



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

**Diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo para
generar energía eléctrica y suministrar al caserío granja
sasape fundo Aguinaga Túcume Lambayeque**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Reyes Inoñan, Faustino Ruben (ORCID: 0000-0002-2272-3934)

ASESOR:

Ing. Salazar Mendoza, Anibal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Energía: Generación, Transmisión, Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación al forjador de camino, a mi Dios, el que me acompaña y siempre me levanta de mis continuos tropiezos, quien me dio la vida y me permitido llegar hasta este punto.

De igual forma a mi Padre y mi Madre quienes me dieron todo su constante ayuda y cooperación, además de su infinita bondad y amor.

Reyes Inoñan, Faustino Rubén

Agradecimiento

Primero que todo agradecerle a nuestro Dios por darme cada día más fortaleza hasta este día tan maravilloso de mi vida, por aquellos momentos buenos y malos que me enseñó a valorar la vida día a día.

A mis padres que estoy muy feliz por tenerlas cuando más los eh necesitado.

Reyes Inoñan, Faustino Rubén

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| III. METODOLOGÍA | 17 |
| 3.1. Tipo Y Diseño De Investigación | 17 |
| 3.2. Variables, Operacionalización | 17 |
| 3.3. Población y Muestra..... | 21 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 21 |
| 3.5. Procedimientos | 21 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos | 21 |
| 3.7. Aspectos éticos | 22 |
| IV. RESULTADOS..... | 23 |
| V. DISCUSIÓN | 49 |
| VI. CONCLUSIONES | 51 |
| VII. RECOMENDACIONES | 52 |
| REFERENCIAS | 53 |
| ANEXOS..... | 56 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Variables | 18 |
| Tabla 2 Demanda maxima | 23 |
| Tabla 3 Mediciones | 24 |
| Tabla 4 Mediciones 2 | 26 |
| Tabla 5 Mediciones 3 | 27 |
| Tabla 6 Mediciones 4 | 29 |
| Tabla 7 Mediciones 5 | 30 |
| Tabla 8 Promedios de radiación | 32 |
| Tabla 9 Promedios de radiación 2 | 32 |
| Tabla 10 Evolución de niveles | 33 |
| Tabla 11 Resultados de cálculo de cableado | 45 |
| Tabla 12 Costos de materiales | 45 |
| Tabla 13 Costos de instalación | 46 |
| Tabla 14 Inversión total por domicilio | 46 |
| Tabla 15 Inversión total del total de domicilios | 46 |
| Tabla 16 Evaluación económica del proyecto | 47 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Sección de conductores awg | 43 |
| Gráfico 1 Evolución de niveles | 25 |
| Gráfico 2 Evolución de niveles 2 | 27 |
| Gráfico 3 Evolución de niveles 3 | 28 |
| Gráfico 4 Evolución de niveles 4 | 30 |
| Gráfico 5 Mediciones 5 | 31 |
| Gráfico 6 Evolución niveles 6 | 33 |
| Gráfico 7 Radiacion solar | 34 |

RESUMEN

En la actualidad aún existe que no cuentan con el suministro de energía eléctrica, o tienen este suministro de manera deficiente y no confiable. Por este hecho tres mil millones de personas hacen uso de combustibles contaminantes es decir biomásas como leña para cocinar o abrigarse, recursos agotables que provocan contaminación del aire al hacerse al espacio libre dañando la atmosfera y cuando se hacen en recintos cerrados afectando la salud, es por lo que se tiene una gran problemática en este fundo debido a que no se tiene acceso al servicio de energía eléctrica estando demasiado lejos del caserío en tal sentido en este proyecto de investigación se tiene como objetivo principal Generar suministro de energía eléctrica aprovechando la energía del sol mediante un sistema solar fotovoltaico en el caserío Sasape Tucume Lambayeque para lo que se ha dimensionado un sistema fotovoltaico para poder brindar servicio de energía eléctrica a 80 viviendas y un aproximado de 400 habitantes sabiendo que la normativa legal vigente prevé que la generación de energías renovables (solar, eólica y térmica) represente el 5% del total de lo que produce la matriz energética nacional, cuando actualmente alcanza el 3%. “Se puede evaluar subir ese techo y generar condiciones para atraer más inversiones en las diversas fuentes de generación de energía, el presente proyecto Según los cuadros se establece que el costo total por modulo asciende a la suma de S/. 5,002.00 (Cinco Mil Dos con 00/100 soles) pero como en este caserío cuenta con 80 viviendas para lo cual el monto total de inversión sería S/. 400,160.00 (Cuatrocientos Mil Ciento sesenta con 00/100 soles) evidenciando un VAN positivo igual a S/. 687.64 con un TIR del 14.12%, mayor que la tasa de descuento en tal sentido el proyecto es aceptable.

Palabras Claves: Suministro eléctrico, sistema fotovoltaico, panel solar, suministro de energía.

ABSTRACT

At present there is still that they do not have the electricity supply, or have this supply in a deficient and unreliable manner. For this fact three billion people make use of polluting fuels ie biomass as firewood to cook or shelter, exhaustible resources that cause air pollution when done in the free space damaging the atmosphere and when they are made in enclosed enclosures affecting health, it is so there is a great problem in this farm because there is no access to electric power service being too far from the village in this regard in this research project has as main objective Generate electricity supply taking advantage of the energy of the sun through a photovoltaic solar system in the Sasape Tucume Lambayeque farmhouse for which a photovoltaic system has been designed to provide electricity service to 80 homes and an approximate of 400 inhabitants knowing that current legislation provides that the generation of renewable energy (solar, wind and thermal) represents 5% of the total of what the national energy matrix produces, when it currently reaches 3%. "You can evaluate raise that ceiling and generate conditions to attract more investment in the various sources of power generation, this project According to the tables states that the total cost per module amounts to the sum of S /. 5,002.00 (Five thousand two with 00/100 soles) but as in this village it has 80 houses for which the total amount of investment would be S /. 400,160.00 (Four hundred thousand one hundred sixty with 00/100 soles) evidencing a positive NPV equal to S /. 687.64 with an IRR of 14.12%, higher than the discount rate in this sense, the project is acceptable.

Keywords: Power supply, photovoltaic system, solar panel, power supply.

INTRODUCCIÓN

REALIDAD PROBLEMÁTICA

CONTEXTO INTERNACIONAL

En los últimos años se ha está incrementando el uso de las energías no renovables, recursos del planeta que se agotan y pueden desaparecer. Entre ellos el gas natural, el petróleo y carbón quienes representan la principal fuente energética de la humanidad. A tal motivo, hay un tipo de energía que cada día se está aprovechando con más frecuencia. Por ende, trataremos de la energía solar fotovoltaica: su concepto, como se aprovecha y qué empleos y utilizaciones provoca. (IPCC, 2011)

Para aprovechar la energía solar se usa la radiación proveniente de la luz solar, convirtiéndolo en recurso útil para el ser humanos. Esta energía es una fuente denominada limpia, porque no necesita reacciones químicas que generen residuos dañinos al ambiente. Por lo indicado, se refiere a una de las fuentes de energía renovable. Porque es una fuente de energía que no se terminara mientras exista vida en el planeta, debido que el sol es lo que genera vida en la tierra. No se desarrolla con prioridad esta fuente de energía, por temas de los seres humanos. (OSINERGMIN, 2017)

Deja entendedor que. la energía es el recurso en la cual jira todo, es decir sin energía todo sería una vida en tinieblas, ejemplo como se tendría los servicios primordiales como los servicios de saludo, de educación, las industrias con muchas limitaciones para producir. En tal sentido la energía genera inversiones, nuevas ideas por ende empleos para el crecimiento de todas las economías. El acceso a las energías de maneras confiables y sostenibles es la ruta para alcanzar grandes proyectos en beneficios del ser humano. Por eso es que dar prioridad a las energías renovables es fundamental para contribuir contra el cambio climático. (ENERGIAS RENOVABLES, 2018)

(VAINSTEIN, 2018) (VALDIVIESO, 2018)

(ASOCIACION DE EMPRESAS DE ENERGIA RENOVABLE, 2017) En la actualidad aún existe que no cuentan con el suministro de energía eléctrica, o tienen este suministro de manera deficiente y no confiable. Por este hecho tres mil millones de personas hacen uso de combustibles contaminantes es decir biomásas como leña para cocinar o abrigarse, recursos agotables que provocan contaminación del aire al hacerse al espacio libre dañando la atmosfera y cuando se hacen en recintos cerrados afectando la salud.

A nivel mundial se tiene necesidad de energía, es por eso que el interés de desarrollar fuentes de energía es viene vista ya que se está alcanzado buenos resultados en los últimos años, en la actualidad está trascendiendo y de fundamental transformación, donde la energía renovable la que mejor importancia se da a nivel del planeta, sistemas que facilitan la generación de manera segura y actualizados. Además, por sus costos bajos conlleva a aplicar la tecnología con redes inteligentes, sistemas de datos geoespaciales están transformando las planificaciones energéticas. (ESPADA, 2018)

La electrificación con distintas visiones de manera autónoma o en red han generado avances grandiosos en acceso a la electricidad en muchos países. Donde pequeñas redes están cerrando brechas del acceso a la energía. Así mismo, las generaciones de energía solar autónomas en las viviendas son cada día más eficientes y menos costosas, haciendo que, en los países como Asia meridional y África al sur del Sahara, regiones que presentan las mayores deficiencias de acceso a la energía, hoy se estén desarrollando.

Por otra parte, el Banco Mundial asumió ayudar a muchos países a implementar medidas que se ajusten las necesidades, respaldando la innovación tecnológica, financiera y normativa que permita realizar más rápido las ampliaciones de los servicios de electricidad de manera confiable y exequible, para eliminar la falta de energía para siempre.

La electricidad sacada de la captación de la energía solar mediante las células solares, son las principales formas los sistemas de generación fotovoltaica hacen posible usar la electricidad que produce en diferentes aplicaciones. Ante las

convencionales, la fotovoltaica es la energía que tiene las características de ser renovable, además se caracteriza como ubicua ya que se puede captar en cualquier parte del mundo, con distintas características en todo el mundo. En la actualidad la generación de energía fotovoltaica tiene las características que permiten la electrificación rural, el abastecimiento es difícil, ya que es menos costosa que la ampliación de una línea eléctrica u la generación por otra fuente. A parte de lo económico, se considera otros factores como el reducido impacto ambiental, siempre habrá disponibilidad de los rayos solares, esto hace que se una instalación autónoma y ventajosa ante las demás formas de generar energía.

Indica que las fuentes de energía a nivel mundial se pueden clasificar en energías renovables y no renovables o limpias, debido que están siendo más relevantes en los últimos años. Considerándose las energías renovables como las principales energías en el planeta frente a todas aquellas que son de recursos agotables. Por lo tanto las energías renovables son todas aquellas energías producidas u obtenidas de las fuentes naturales que no se acaban, es decir de aquellas fuentes que no se agotan porque pueden regenerarse o siempre estarán disponibles tales como el sol, el viento entre otras.

CONTEXTO DEL PERÚ

“Perú tiene mayor potencial para desarrollar la energía renovable” Esta industria podría desarrollarse en el sur del país, donde ya hay principales centrales de producción solar, y además tiene buenas condiciones para generar electricidad. Otro tema es el fomento de estaciones de recarga para los vehículos eléctricos. En los últimos meses se acentuó la promoción del ingreso de los automóviles eléctricos al país, ¿estamos preparados para eso? Es un tema que requiere desarrollo, empezando por un punto muy importante como es la recarga de energía, algunos que hacen en naciones avanzadas industrialmente tales como Noruega con un 43% de sus carros son eléctricos, porque además tienen la posibilidad de fabricarlos.

Hay más de 4,000 estaciones de servicio a escala nacional, prácticamente en todas las regiones del Perú uno tiene múltiples puntos donde puede cargar gasolina u otro combustible. Hoy, con un vehículo eléctrico no tienes esos puntos de recarga y habría que generar incentivos con el fin de que se instalen estas estaciones de

recarga para vehículos eléctricos, los que te dan una autonomía de traslado de 250 a 300 kilómetros, es decir, una distancia similar de Lima a Paracas. Con una electrolinera por esa zona se podría tener lo suficiente para continuar el traslado o realizar el viaje de retorno.

La normativa legal vigente prevé las generaciones de las energías tanto la del sol como la térmica representan un 5% de todo lo que producen en el país con alzases de 3%. “Se puede evaluar subir ese techo y generar condiciones para atraer más inversiones en las diversas fuentes de generación de energía”.

En el Perú acorde a estudios y estadísticas la demanda de energía creciera ocho veces la demanda actual. Perú está comprometido ante la Organización de Naciones Unidas (ONU) a cambiar la principal fuente de energía implementar generación de energías alternativas para lograr que las energías renovables representen el 50% la demanda a nivel nacional. En tal sentido, de no cumplir el compromiso, sufriría alza en el precio del petróleo y variaría la calidad del recurso hídrico debido al efecto invernadero que se generaría, reduciendo la seguridad energética y perjudicándose por la subida de costos de generación. Los peruanos por la topología de sus tierras y estar alejados el 20% no cuentan con energía debido a las metodologías actuales, es así que es de importancia la aplicar las tecnologías para generar energía a partir de materias agrícolas a fin de cubrir la demanda de energía.

(Martínez, 2005 pág. 30) En el Perú, la principal fuente de energía es obtenida de la agricultura para satisfacer necesidades de cocinar los alimentos, abrigarse; estas representan el 18% de la energía primaria consumida, entre las cuales tenemos el uso de leña, excremento de ganado y desechos vegetales a través de procesos de combustión directa. En consideración la biomasa del sector agrario es una opción económica y ambientalmente realizable ofreciendo aumentar la potencia eléctrica necesaria, pueden hacerse y trabajar de forma aislada o interconectados al sistema eléctrico nacional. Se ha corroborado que el la media parte de energía utilizada en los hogares del Perú forman son por el uso de leña, residuos de ganado y desechos vegetales.

CONTEXTO LOCAL

Los distritos en conjunto con la UNPRG suscribieron convenios para el año 2018 en implementar sistemas solares en las áreas rurales de Monte Hermoso, Mirados y Panalá, en el distrito de Morrope, en un inicio se beneficiaron unos 60 hogares de esta área alejada de Morrope, puesto que no cuentan con electricidad y por medio de este sistema se implementaría ese servicio.

La finalidad es hacer lo más eficientemente, con menor costo y hacer que llegue a todas las partes del territorio peruano. En una entrevista la agencia señaló que la electricidad es fundamental para que se pueda desarrollar una comunidad.

Edgar Bautista advierte que los de la comunidad deben contar con electricidad todo el día para eso se debe adquirir acumuladores con vida útil de diez a doce años donde acumulen electricidad en el día y lo suministren en la noche.

Morrope, instalo 5 Kw/H de potencia, permitiendo que se muevan las bombas donde succionen agua, así como funcionar refrigeradores y compresoras, en esta zona las familias no costearan la electricidad que generen, pero si la consumirán por medio de los acumuladores y tendrán que cargarlos de manera continua.

MARCO TEÓRICO

TRABAJOS PREVIOS

INTERNACIONAL

(ASOCIACION DE EMPRESAS DE ENERGIA RENOVABLE, 2017); Año tras año, las energías renovables van marcando récords en el volumen de instalación. Según los datos de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), en 2017 sumamos 167 GW para situarnos, a nivel mundial, en 2.179 GW. Un aumento de la capacidad instalada anual del 20% respecto a los 138,5 GW de 2016. Este crecimiento, liderado por la fotovoltaica (+32%) y la eólica (+10%) se observa en las principales economías mundiales, con China, Estados Unidos, Brasil, Alemania o India, liderando el desarrollo renovable. Este crecimiento espectacular de las energías renovables se ha desacoplado definitivamente de la inversión realizada. Con reducciones en los últimos siete años de los costes nivelizados del 85% (fotovoltaica) y 66% (eólica), la inversión en renovables ya no es un buen indicador. Cada vez se instala más con menos y las tecnologías están comenzando a entrar ya en rangos de costo en tecnología tradicional, varias veces se mejoran sus costes. La reducción de costes ha permitido también cambiar el discurso europeo, donde los trílogos han debatido durante 2017 los objetivos de renovables para 2030 que, finalmente, se situarán muy por encima de las posiciones de partida. A nivel nacional, se mantiene la parálisis del sector, aunque las distintas subastas y los proyectos que, directamente, acudirán a mercado comienzan a mostrar los primeros síntomas de mejoría. Se incorporen nuevo potencial de electricidad renovable, únicos de 79MW, y desciende en producir electricidad debido a la sequía en unos -16%, contrastando con sus crecimientos de 8.7% en finales del PBI de este sector. Está claro que los datos muestran una clara tendencia al alza en el sector renovable nacional y que, en los próximos años, veremos una recuperación a distintos niveles. El Estudio, que alcanza este año su décima edición, recopila las principales magnitudes macroeconómicas del sector.

Un sector que contribuyó con 9.304 millones de euros al PIB nacional, aportó 1.089 millones en fiscalizar netos contribuyendo a mejoras, las balanzas comerciales con saldos exportadores netos de 3,117 millones. El mercado de la electricidad produce

ahorros de 2,584 millones, donde se evitan 6,951 millones en importación energética y unos 237 millones en derechos a emisión.

En 2014, el mercado mundial ha generado energía renovable aprovechando la energía solar y del viento, siendo las fuentes que mas se estan desarrollando; el desarrollo de estas tecnologías esta provocando el aumento del uso de electricidad por fuentes renovables generando cambios significativos principalmente en los países desarrollados. Se alcanzo el nivel mas alto en la producción de biocombustible líquido que asciende a 9%, siendo el no obstante mas caro hasta la fecha. Aunque Estados Unidos y Brasil produjeron en mayor cantidad, Asia apreció un incremento valioso por su tasa de obtención. Por otro lado, la complejidad de las políticas, especialmente en Europa, Estados Unidos y Australia, provoco aspectos malos para la producción. En el segundo semestre del años el precios del petroleo afecto de manera positiva parte de la produccion de la materia prima, ocasionando la baja venta en algunos negocios de bioenergía. (Biodigestores, 2011)

NACIONAL

(OSINERGMIN, 2017) En su libro “La producción de la energía renovable en el Perú”; indica que a finales del 2016, la inversión en desarrollar energías renovables genero mas ganancias que generar energía de la manera tradicional es decir usando recursos fosiles. También manifiesta que generar energía solar o eólica es igual uqe generar electricidad con carbon o gas natural, aporta al corroborar y avala al informe de Renewable Infrastructure Investment Handbook del World Economic Forum (WEF). Que, en 2006, la generación de energía fotovoltaica tenia un costo de US\$ 600/MWh, en comparación con las fuentes tradicionales generadas por el uso del carbon y gas natural que asciende a solo US\$ 100/Mwh; 10 años posterior, genera energía solar costaba US\$100/MWh y por la energía del viento significaba US\$ 50/MWh.

(OSINERGMIN, 2017); El dosmil quince, se invierten un monto de US\$ 285 900 millones en energía renovables, que que supera la capacidad de inversión y por primera vez ante las fuentes convencionales. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), la cifra representó un incremento de 5% con respecto a 2014, cuando solo alcanzó US\$ 273 000 millones. Debemos

enteder, generarr energias renovables o verde represento el 53.6% de la capacidad total en 2015, según Bloomberg New Energy Finance. Una de las principales razones para generar este tipo de energia es la tecnologia siendo la causa que produjo el bajo costo de la energia. Por la efectividad de los sistemas de genracion solar a obtenido un incremento de del 15 al 22%. Las turbinas eolicas alcanzan ma mitad del total, mejorando porque anteriormente llegaba al 25%. Al crecer se deben a que se acompañan en disminuciones progresivas en costos de maquinarias. (VAINSTEIN, 2018 págs. 96-100)

Determina que la generación de la energía del, sol utilizando paneles solares hacen que sean los sistemas fundamentales de las energías renovables ya que permite contar con electricidad en muchas aplicaciones. En comparación a la generación tradicional estos forman parte de las energías más convenientes para todos ya que permiten el uso de la electricidad en diversas aplicaciones, por tratarse de energía renovable. Se caracteriza además por su carácter "ubicuo", debido que su adquisición o captación puede darse en cualquier parte del mundo pudiendo ser aprovechada en cualquier parte de la superficie del planeta (con la diferencia quizá por no obtener la misma capacidad en todo lugar o al mismo tiempo). En la actualidad los sistemas solares mediante paneles solares son la principal fuente para suministrar de energía eléctrica a la zona rural del país.

LOCAL

La energia electrica es proveniente del sistema interconectado nacional, suministro de energia electrica que no llega a todos los pobladores de los caserios, motivo que evita contar con energia electrica a pobladores de las comunidades mas alejadas de nuestra comunidad; asi mismo la calidad de suministro y capacidad de potencia instalada y diponible hace que sea deficiente provocando mala calidad de suministro y producto.

TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

Energética y Geometría Solar

Nuestro planeta en comparación con el sol es sumamente pequeño, por eso es que el sol es la principal fuente de energía para la existencia del planeta y la vida dentro de él; es así que todos los recursos útiles que nos rodean son gracias a los fenómenos que genera el sol que entre otras crea las corrientes de aire, la formación de nubes, la lluvia y por tanto es el responsable de las demás energías renovables. El sol genera radiación y esa fuente llega a nuestro territorio y produce una reacción química que aprovechan los seres vivos en la tierra, podemos decir que sin sol no hay vida.

La Energía

Potencial que tiene la materia para provocar una reacción o una fuerza y modificar el estado natural al pasar de un estado a otro, un cuerpo tiene energía y nosotros podemos dar cuenta cuando tenemos como resultado la acción de su movimiento o ubicación al provocar una reacción.

En la naturaleza se encuentran muchos recursos y fenómenos capaces de suministrar y brindar energía de diversas formas, considerándose así las fuentes de energía naturales inagotables; En tal sentido se ha considerado como las principales fuentes de energía debido que no se agotan por más uso que se les haga y estas representan al sol, el viento, las corrientes de agua en los ríos entre otras.

Sin darnos cuenta todo lo que nos rodea e incluso uno mismo es energía de manera natural, y está en muchas formas como lo podemos identificar en energía cinética cuando vemos un cuerpo en movimiento, energía potencial cuando vemos un potencial energético acumulado, en los alimentos, combustibles y magnéticas.

La ley de la conservación de la energía nos dice que esta no se puede destruir ni se puede crear solamente la podemos transformar, todas ellas se pueden transformar en otras por medio de procesos que adecuadamente toman apariencias de corriente eléctrica.

Recordemos que, ya hace muchos años y hasta la fecha la fuente de energías más utilizadas es el petróleo, siendo este un recurso no renovable ya que en cualquier momento se terminara. A este motivo es que se está dando prioridad a la implementación de energías alternativas, como son el hidrogeno, el viento, el sol, la nuclear, oceánica, hidroelectricidad y la bioenergía, para lo cual en algunas de estas se requiere un alto costo de inversión como también presentan inconvenientes.

Energías renovables

Fuentes de energía naturales que se capta con la aplicación de métodos técnicos mediante distintas formas; energía, capacidad o fuerza que permite poner en movimiento o transformar algo, y renovable viene a ser aquello que se renueva o reemplaza, también podemos decir que es poner de nuevo transformar o restablecer algo que se ha interrumpido; nos referimos a aquella fuente principal de energía que puede obtenerse de la naturaleza, virtualmente inagotable al existir en cantidad y que se genera de manera natural.

Energías no renovables

Fuentes de energía que al utilizarlo se destruyen y nunca se recuperan, tales como los recursos fósiles, como el petróleo, el carbón el gas natural y algunas biomasas.

Energía Fotovoltaica

Se dice a aquella energía eléctrica, que es captada de los rayos del sol mediante la foto-detección cuántica de un dispositivo. La generación de este tipo de industria genera electricidad que se utiliza de manera autónoma como también se distribuye mediante redes para el abastecimiento de los hogares aislados donde se alimentan los artefactos.

La generación de la energía fotovoltaica se realiza mediante aparatos que se les denominan láminas metálicas semiconductoras o metales de capa muy delgada ubicados sobre un sustrato. Tienen la característica de separase mono cristalinas (mediante un único cristal de silicio), poli cristalinas (compuestas por múltiples partículas cristalizadas) o amorfas (si el silicio no se ha cristalizado).

La clonación de un conjunto de las células se denomina modulo fotovoltaico. Es aquí donde se capta forma la corriente continua para luego de ser necesario transformarlo en corriente alterna, con la finalidad de interconectarlo a la red eléctrica o utilizarlo según las necesidades.

El país que más ha desarrollado o fabricado paneles fotovoltaicos es Japón, luego le sigue Alemania. Pero ¿por qué no se desarrolla la construcción de estaciones fotovoltaicas, esto se debe a los escasos silicio de calidad puesta en los mercados, aunque en los últimos años esto está aumentando.

No obstante, se está avanzando con la implementación de estas tecnologías debido a la creación de una célula solar conformada por una capa de perovskita que es un material híbrido, de bajos costo y fácil de manipular para ponerlo dentro de dos capas semiconductoras ultra delgadas. Generalmente, el espesor de la célula, según investigadores a cargo de Henryk Bolink esta no pasa la mitad de una micra

La informan que utiliza la perovskita con la finalidad de solucionar los inconvenientes en la fabricación de los paneles solares, y que se publicó al concluir el 2013, donde las instituciones que están detrás de la investigación entre ellas el (ICMol) de Suiza.

Bolink, 2003 destacado de un grupo de investigadores sobre dispositivos opto electrónicos moleculares ha desarrollado centenas de un artículo en revista de intereses científicos, indico en su fabricación de la perovskita realizaron un proceso que implicaba hacerlo a bajas temperaturas, parecidos al que hacen en las imprentas, mecanismos que facilita construir paneles de energía fotovoltaica sobre unas láminas de vidrios o de plásticos, con la finalidad de hacerlos flexibles.

Por otra parte, el bajo costo y su fácil fabricación, es otra de las ventajas de la perovskita es que los dispositivos son semitransparentes, más aún por su reducido espesor, eso genera la posibilidad de instalar laminas sobre las ventanas de los edificios, con la finalidad de filtrar los rayos solares, que a la vez generan electricidad, las empresas que fabrican estos productos le están dando mucha importancia.

Es importante hablar que para la construcción de células fotovoltaicas se usa un material conocido como silicio cristalino, material que tiene un costo elevado, del mismo modo también se usa cadmio y sulfuro de cadmio, con buenas alternativas económicas pero difícil de obtener, pero con alto grado de contaminación.

Como se genera la energía solar fotovoltaica

De acuerdo a lo indicado por la generación de energía fotovoltaica es aquella obtenida de los rayos del sol y transformada en energía eléctrica, pero para saber el desarrollo consideramos saber cómo se hace esta transformación y como generada en realidad la energía fotovoltaica.

El principio fundamental de la generación de energía fotovoltaica consiste en aprovechar la energía acumulada en los fotones de la luz solar mediante el sistema de transformación fotovoltaica, utilizando material semi. conductor como el silicio que no necesita tener partes móviles, ni usar combustibles que producen ruidos, proceso que tiene como elemento principal la célula fotovoltaica: ésta al ponerlo a la luz del sol absorbe los fotones provocando el movimiento de electrones quienes son atrapados por un campo eléctrico interno, estos electrones atrapados en parte exterior de la celda generan corriente eléctrica continua.

La tensión de una célula fotovoltaica es baja (0.6 V). Motivo que hace colocar a las células en serie encapsuladas en una capa de vidrio en la parte delantera y otro material hermético ante la humedad en la parte trasera. Formando de esta manera un módulo fotovoltaico. Las características que presentan estos módulos donde se aplica la tecnología es por el área de superficie de 0.1 m² (10 W) a 1 m² (100 W), valores indicativos promedio, y declina voltajes de 12 V, 24 V o 48 V dependiendo de la aplicación.

En general podemos decir que gracias al efecto fotovoltaico y al usar el dispositivo fotoeléctrico expuesto a la luz del sol ocurre la generación de energía eléctrica.

Por otro lado, existen otros metales que colocados en un sustrato o capa bien delgada provocan la generación de energía, que últimamente está teniendo un crecimiento en la fabricación de dispositivos orgánicos.

El proceso generación de energía fotovoltaica genera tensiones reducidas entre treientos ochenta y ochocientos voltios en corriente continua, motivo por la cual se tiene que utilizar un inversor para convertirlo en energía alterna. Por otro lado, cada instalación cuenta con ventajas ya que no es necesario grandes mantenimientos, estos se deben instalar en lugares correctos con grandes cantidades de sol y colocarlos adecuadamente.

La generación de energía fotovoltaica como ya se menciona es en corriente continua que es almacenada en acumuladores o baterías que para inyectarlos a la red de distribución hay que transfórmala en energía alterna con la finalidad de distribuirlas con más facilidad y sin pérdida a grandes distancias. En tal sentido el rendimiento de estas instalaciones dependerá del estudio realizado y la construcción apropiada, en donde las consideraciones son varias entre las más importantes son la orientación de los paneles solares y las áreas del sol en que se ubiquen; se dice también que el grado de utilización debido a la capacidad la utilización de la energía fotovoltaica es menor que las de los recursos fósiles, hecho que se prevé revertir en adelante.

USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Aplicaciones en sistemas fotovoltaicos conectadas a la red

Aplicar las conexiones de los sistemas fotovoltaicos para interconectarlos a la red es sumamente nuevo, donde aún se viene realizando estudios, donde actualmente se hace mediante un sensor fotovoltaico y un inversor con la capacidad de transformar la energía fotovoltaica para ser inyectada sin dificultad a la red, este tiene que cumplir características que soporten situaciones que ocurran en la red eléctrica como puede ser desfase, avería por falla o variación de las tensiones de paso.

Aprovechar este tipo de instalaciones de generación fotovoltaica reduce los costos provocando un precio abaratado de la energía eléctrica, en tal sentido para garantizar la utilización de esta electricidad los países deberán formular normativas que ayuden a compensar el costo elevado de las energías en kWh.

Sistemas fotovoltaicos para iluminación

En estas áreas la generación fotovoltaica de energía es una de las alternativas que mayor valor viene alcanzando y es uno de los mecanismos más económicos para alumbrar entradas a pueblos, sectores alejados al paso de la red, áreas de descanso, publicidades, paraderos, túneles, etc.

Aplicación de señalización con paneles fotovoltaicos

El uso de la energía fotovoltaica también es de mucha utilidad para señalización en balizas eléctricas, para el tránsito, generar aire acondicionado, en iluminación para trabajos marítimos de boyas y faros, para indicadores de tiempo, para todo esto y más utilizando en combinación a equipos de alto brillo a bajos consumo y permanente, aplicando la tecnología y automatización para los procesos.

Sistemas fotovoltaicos relacionados con las telecomunicaciones

La energía solar fotovoltaica, en las telecomunicaciones utiliza la energía solar fotovoltaica para equipos emisores de señales de telefonía móvil, emisión de información radial, imágenes de televisión, en carreteras para los postes; en esa área representa el ahorro económico por evitar la construcción de redes. Por otra parte, los radares, la estación donde vigilan los militares, los teléfonos satelitales rurales entre otros sectores donde se desarrolla los sistemas fotovoltaicos.

Electrificación rural fotovoltaica

Estas instalaciones realizadas en los sectores más alejados de los pueblos tienen las mismas facilidades y comodidades que las tradicionales, ya que se ha desarrollado buenos equipos que garantizan el uso de cualquier dispositivo, es de esta manera que se convierte en uno de los sistemas más apropiado para la electrificación de las zonas rurales de los países; que también conforme va avanzando o desarrollándose puede conectarse a la red de energía.

Así que, esto representa partes de todo un sistema de energías renovables que trascenderá el desarrollo de la humanidad sin dañar el ambiente y más aún cuando los seres humanos hayamos terminado con los recursos fisiles del planeta.

Aplicación de sistema fotovoltaico en granjas y ganaderías

De igual manera sin dejar de lado otro de los aspectos importantes es también en el sector agrícola ya que brinda el soporte energético para bombear aguas para el riego agrícola, iluminación y calefacción de granjas, equipos de ordeño; también otra aplicación importante es que han permitido mejorar las distribuciones y ahorrar en agua, en principio a bases de los sistemas que riegan por goteo o a las bajas de presión.

Definición de un SFCR

Para definir este sistema se basa en la instalación que permite conectar la energía eléctrica generada mediante sistemas fotovoltaica a la red.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo suministrar de energía eléctrica aprovechando la energía del sol en el caserío Granja Sasape Tucume Lambayeque?

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Justificación Técnica.

La energía se ha convertido en un recurso indispensable para nuestra vida cotidiana, y para hacer el uso de estas generalmente se utiliza recursos agotables; en tal sentido promover el estudio y desarrollo de energías alternativas es a la cual se avoca este estudio enfocado en la energía solar fotovoltaica que representa un recurso inagotable del universo, tareas que todos debemos cumplir para minimizar el uso de los recursos agotables.

El aporte de este proyecto es proponer la evaluación técnico económico y cuan sostenible será en el tiempo un sistema Fotovoltaico Autónomo para la Generación y Suministro de Energía Eléctrica, que permita satisfacer la demanda de energía eléctrica en el caserío Sasape. Por lo que técnicamente el desarrollo de esta fuente renovable de energía, brinda grandes ventajas en el uso doméstico y comercial, permitiendo reemplazar las tradicionales formas de generación de electricidad.

Justificación Económica

Sabemos que la energía del sol es inmensa a la vez es un recurso inagotable y constante, este recurso natural no nos cuesta nada solo hay que aprovecharlo, más bien lo que le daría precio sería los mecanismos para captar y aprovechar esta energía; esto es uno de los aspectos que se evalúa en mi estudio.

Justificación Social

El desarrollo de la tecnología para aprovechar la energía, socialmente permitiría mejorar la calidad de vida de las personas, porque los costos del suministro eléctrico serán menores, obteniendo como resultado que las familias sean más solventes económicamente y por ende saludables.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El sol es un recurso inagotable que da vida a todo ser en el planeta, en tal sentido captar esta energía no causaría daños al ambiente, puesto que no es una materia y menos se acaba, como los recursos fósiles y biomasas mal utilizadas.

HIPÓTESIS

Generar suministro de energía eléctrica aprovechando la energía del sol, es posible concretarlo en el caserío Granja Sasape fundo Aguinaga en Tucume Lambayeque.

OBJETIVO GENERAL

Generar suministro de energía eléctrica aprovechando la energía del sol mediante un sistema solar fotovoltaico en el caserío Sasape Tucume Lambayeque.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A)** Determinar la demanda máxima necesaria en el caserío Granja Sasape.
- B)** Dimensionar y seleccionar los componentes electromecánicos necesarios para el sistema solar fotovoltaico en el caserío Granja Sasape.
- C)** Realizar la evaluación económica del sistema solar fotovoltaico utilizando las herramientas financieras VAN y TIR.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo Y Diseño De Investigación

- De acuerdo al fin que se persigue: **Aplicada**
- De acuerdo a la técnica de constatación: **No Experimental**

3.2. Variables, Operacionalización

3.2.1. Variable Independiente

- Generar suministro de energía eléctrica mediante un sistema solar fotovoltaico.

3.2.2. Variable Dependiente

- Dispositivos y componentes utilizados en un sistema solar fotovoltaico, para generar y suministrar energía eléctrica.
- Cálculo de la demanda máxima de energía eléctrica necesaria para el caserío La Granja Sasape.
- Inversión para el desarrollo e implementación de un sistema solar fotovoltaico, que genere y suministre energía eléctrica.
- Cálculo financiero de un sistema eléctrico fotovoltaico para la generación y dotación de suministro de energía eléctrica, mediante las herramientas VAN y TIR

TABLA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA 1 VARIABLES

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | INSTRUMENTOS |
|---|---|---|--------------------|---------------------------|---------------------|
| <u>INDEPENDIENTE:</u> Generar suministro de energía eléctrica aprovechando la energía del sol, mediante un sistema solar fotovoltaico | Estudios para dimensionar y desarrollar un sistema fotovoltaico que involucra procesos donde se calculan y logran de manera óptima usar y generar electricidad del sol realizándolo balances de los recursos (Idelberto Chávez 2017) | Implementación de un sistema solar fotovoltaico para la generación y dotación de energía eléctrica, aprovechando la energía del sol | Potencia/costo | kW/S/. | Formatos guías |
| <u>DEPENDIENTES:</u> Dispositivos y componentes utilizados en un | Aparatos que, bien en forma de energía continua o corriente alterna, utilizan la electricidad, como fuente de energía y que su uso ha provocado un gran | Elementos de una instalación que componen un sistema solar fotovoltaico para generar energía eléctrica. | cantidad | u | formatos |

| | | | | | |
|---|---|--|----------|----|-----------------|
| sistema solar fotovoltaico, para generar y suministrar energía eléctrica. | aumento de la demanda de consumo eléctrico | | | | |
| Cálculo de la demanda máxima de energía eléctrica necesaria para el caserío La Granja Sasape. | Las demandas eléctricas de estos sistemas son la corriente o potencial eléctrico relativamente a los intervalos de tiempo específicos que se absorben en las cargas para su funcionamiento, estos pasos los denominamos intervalos (Robert Wolff. Electrical World, Mayo de 1982, p. 68.) | Capacidad de potencia eléctrica, obtenida para realizar el diseño de un sistema eléctrico, para un determinado proyecto, que permite determinar el costo de inversión. | potencia | kW | Software, guías |

| | | | | | |
|---|---|---|----------------|-------|----------|
| Inversión para el desarrollo e implementación de un sistema solar fotovoltaico, que genere y suministre energía eléctrica. | El costo de instalación de un sistema solar fotovoltaico determinada energía solar dependerá del tamaño del sistema que haya instalado, el instalador que los haya instalado y de la marca y calidad de los paneles. | Precios calculados en moneda nacional, que costara construir o implementar un sistema solar fotovoltaico. | moneda | soles | Formatos |
| Calculo financiero de un sistema eléctrico fotovoltaico para la generación y dotación de suministro de energía eléctrica, mediante las herramientas VAN Y TIR | El índice de retorno de la tasa es rentable en su inversión definiendo como los intereses los cuales son valores actuales y podemos determinar en qué tiempo recuperamos la inversión inicial. | Determinación mediante cálculos si el proyectos diseño de un sistema solar fotovoltaico es rentable o no. | porcent aje | razón | formatos |

3.3. Población y Muestra

La población se conforma con la demanda máxima, los equipos y dispositivos de diseño y costo, además los cálculos financieros VAN y TIR.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas aplicadas serán mediante la observación y el análisis de documentos, utilizando guías, fichas de registro como instrumentos conforme modelos adjuntos.

2.4.1 La observación: Consiste en examinar directamente el hecho y el fenómeno conforme se presenta, realizado de forma espontánea y natural de acuerdo al proceso y plan fijado; registrando los datos de forma constante en fichas de registro conforme las guías; por lo tanto:

Análisis de documentos: Corresponde revisar información de acuerdo a la materia en estudio en publicaciones, libros, tesis, revistas, informes, páginas web, noticias, etcétera, los mismos que facilitan la investigación.

3.5. Procedimientos

Por medio de esta investigación podemos determinar el diseño paramétrico de un sistema solar planteándolos una serie de objetivos que desarrollaremos posteriormente para ello tomaremos datos recolectados en campo como radiación del sol e irradiación, para así determinar qué capacidad tenemos luego por medio de cálculos matemáticos podemos determinar lo máximo que necesita en las viviendas para poderles suministrar, luego analizaremos mediante métodos estadísticos para la determinación de los costos tanto de inversión como el tiempo que se puede recuperar.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para el desarrollo del proyecto se aplica el análisis descriptivo, mediante el método estadístico de la varianza del cálculo.

3.7. Aspectos éticos

Se toma en cuenta la propiedad intelectual, confidencialidad de la información más que utilizada para el estudio; como también evitar herir la susceptibilidad de los demás respetando su privacidad, identidad, y proporcionando resultados reales conforme obtenido e identificado.

RESULTADOS

4.1. Determinar la demanda máxima necesaria en el caserío Granja Sasape.

CALCULO DE MÁXIMA DEMANDA CASERIO GRANJA SASAPE

En el presente recuadro se realizó el cálculo de máxima demanda que representa a una vivienda del caserío beneficiado, los cuales consideramos ciertos tipos de equipamientos por los hogares para la obtención de la totalidad en potencial igualmente como considerando cargas especiales.

TABLA 2 DEMANDA MÁXIMA

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | POTENCIA | CANTIDAD | HRS. USO /DIA | ENERGIA (Wh/día) |
|------|-------------------|-----------|----------|---------------|------------------|
| 1 | FOCOS AHORRADORES | 10 | 8 | 4 | 320 |
| 2 | RADIOS | 18 | 1 | 2 | 36 |
| 3 | TELEVISORES | 45 | 1 | 4 | 180 |
| 4 | DVDS | 20 | 1 | 2 | 40 |
| | TOTAL | 99 | | | 576 |
| | | | | | |
| 6 | CARGAS ESPECIALES | 1100 | 1 | 2 | 2200 |
| | | | | TOTAL | 2776.00 |

Del cuadro anterior se puede evidenciar que la máxima demanda en el caserío Granja asciende a la suma de 2776.00 wh/dia para lo cual lo cálculos del dimensionamiento del sistema se tendrá en cuenta.

4.2. Dimensionar y seleccionar los componentes electromecánicos necesarios para el sistema solar fotovoltaico en el caserío Granja Sasape.

Para poder determinar las dimensiones y seleccionar los equipos adecuados conforme al requerimiento primero se deberá calcular el valor promedio de irradiación para lo cual se tiene:

TABLA 3 MEDICIONES

| Número de Mediciones con Solarímetro de Niveles de Radiación Solar (w/m²) | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 20/06/2019 | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Medición 5 | Promedio |
| 06:00 am - 07:00 am | 7 | 12 | 18 | 22 | 44 | 20.60 |
| 07:00 am - 08:00 am | 37 | 55 | 38 | 66 | 92 | 57.60 |
| 08:00 am - 09:00 am | 95 | 85 | 165 | 302 | 315 | 192.40 |
| 09:00 am - 10:00 am | 626 | 678 | 815 | 828 | 763 | 742.00 |
| 10:00 am - 11:00 am | 755 | 827 | 805 | 845 | 784 | 803.20 |
| 11:00 am - 12:00 mm | 802 | 886 | 705 | 814 | 865 | 814.40 |
| 12:00 mm - 01:00 pm | 847 | 646 | 758 | 719 | 794 | 752.80 |
| 01:00 pm - 02:00 pm | 724 | 696 | 748 | 639 | 807 | 722.80 |
| 02:00 pm - 03:00 pm | 694 | 688 | 749 | 758 | 769 | 731.60 |
| 03:00 pm - 04:00 pm | 805 | 793 | 744 | 798 | 797 | 787.40 |

| | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| 04:00 pm - 05:00 pm | 663 | 552 | 609 | 515 | 597 | 587.20 |
| 05:00 pm - 06:00 pm | 257 | 345 | 278 | 211 | 108 | 239.80 |

Fuente: Propia

En el presente cuadro se evidencia que los promedios solares entre los puntos más altos sobresalen siendo este 814.40 w/m2.

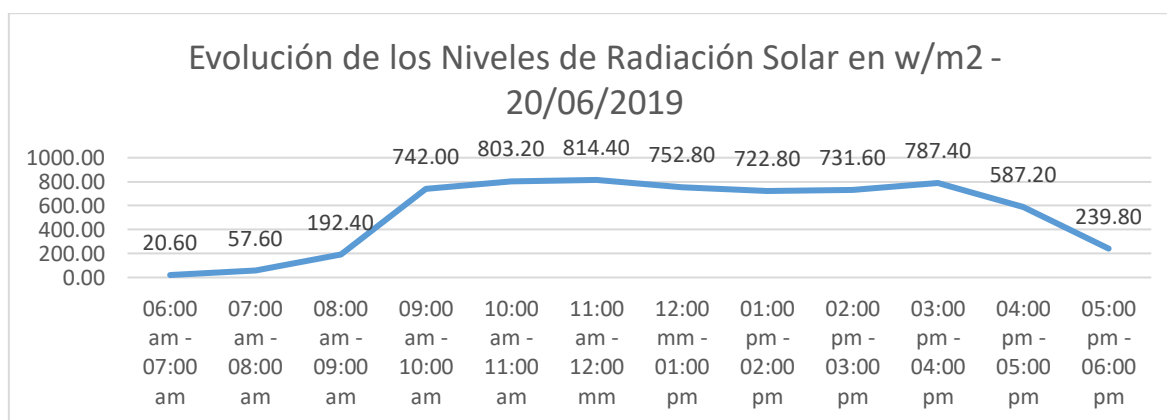


GRÁFICO 1 EVOLUCIÓN DE NIVELES

Fuente: Propia

Dentro de la figura de fecha 20/06/2019, se evidencia un promedio de irradiación mínima de 20.60 w/m2.

TABLA 4 MEDICIONES 2

| Numero de Mediciones con Solarímetro de Niveles de Radiación Solar (w/m2) | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 21/06/2019 | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Medición 5 | Promedio |
| 06:00 am - 07:00 am | 20 | 34 | 38 | 40 | 96 | 45.60 |
| 07:00 am - 08:00 am | 96 | 103 | 181 | 268 | 354 | 200.40 |
| 08:00 am - 09:00 am | 354 | 861 | 857 | 492 | 702 | 653.20 |
| 09:00 am - 10:00 am | 702 | 861 | 918 | 868 | 755 | 820.80 |
| 10:00 am - 11:00 am | 755 | 822 | 837 | 887 | 859 | 832.00 |
| 11:00 am - 12:00 mm | 859 | 875 | 873 | 888 | 887 | 876.40 |
| 12:00 mm - 01:00 pm | 908 | 896 | 898 | 892 | 908 | 900.40 |
| 01:00 pm - 02:00 pm | 908 | 913 | 918 | 890 | 899 | 905.60 |
| 02:00 pm - 03:00 pm | 899 | 881 | 842 | 828 | 726 | 835.20 |
| 03:00 pm - 04:00 pm | 726 | 739 | 674 | 589 | 591 | 663.80 |
| 04:00 pm - 05:00 pm | 591 | 561 | 521 | 446 | 401 | 504.00 |
| 05:00 pm - 06:00 pm | 401 | 281 | 169 | 54 | 26 | 186.20 |

Fuente: Propia

En el presente cuadro se evidencian las tomas realizadas con fecha 21/06/2019, siendo un total de cinco mediciones en una hora, en tal sentido se tiene que como nivel máximo de irradiación 905.60 w/m2.

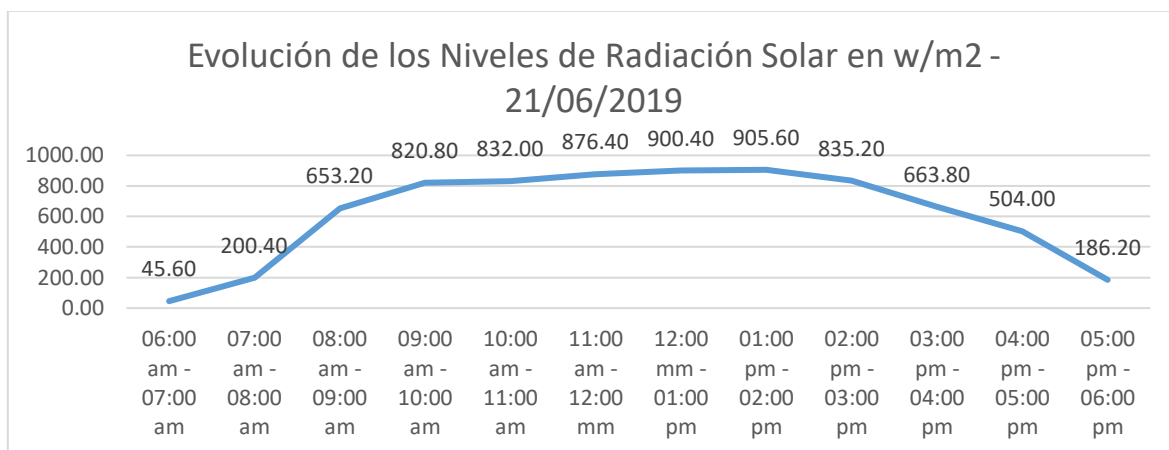


GRÁFICO 2 EVOLUCIÓN DE NIVELES 2

Fuente: Propia

Dentro de la figura de fecha 21/06/2019, se evidencia un promedio de irradiación mínima de 45.60 w/m2.

TABLA 5 MEDICIONES 3

| Numero de Mediciones con Solarimetro de Niveles de Radiación Solar (w/m2) | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 22/06/2019 | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Medición 5 | Promedio |
| 06:00 am - 07:00 am | 16 | 18 | 23 | 30 | 96 | 36.60 |
| 07:00 am - 08:00 am | 96 | 104 | 187 | 261 | 354 | 200.40 |
| 08:00 am - 09:00 am | 354 | 851 | 847 | 492 | 702 | 649.20 |
| 09:00 am - 10:00 am | 702 | 851 | 815 | 851 | 755 | 794.80 |
| 10:00 am - 11:00 am | 755 | 822 | 837 | 887 | 859 | 832.00 |
| 11:00 am - 12:00 mm | 859 | 879 | 886 | 883 | 888 | 879.00 |

| | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| 12:00 mm - 01:00 pm | 888 | 886 | 892 | 908 | 913 | 897.40 |
| 01:00 pm - 02:00 pm | 913 | 881 | 882 | 853 | 846 | 875.00 |
| 02:00 pm - 03:00 pm | 846 | 842 | 823 | 801 | 728 | 808.00 |
| 03:00 pm - 04:00 pm | 727 | 736 | 671 | 589 | 595 | 663.60 |
| 04:00 pm - 05:00 pm | 595 | 569 | 529 | 448 | 402 | 508.60 |
| 05:00 pm - 06:00 pm | 402 | 281 | 173 | 54 | 26 | 187.20 |

Fuente: propia

En el presente cuadro se evidencian las tomas realizadas con fecha 22/06/2019, siendo un total de cinco mediciones en una hora, en tal sentido se tiene que como nivel máximo de irradiación 897.40w/m2 y como mínimo 36.60 w/m2

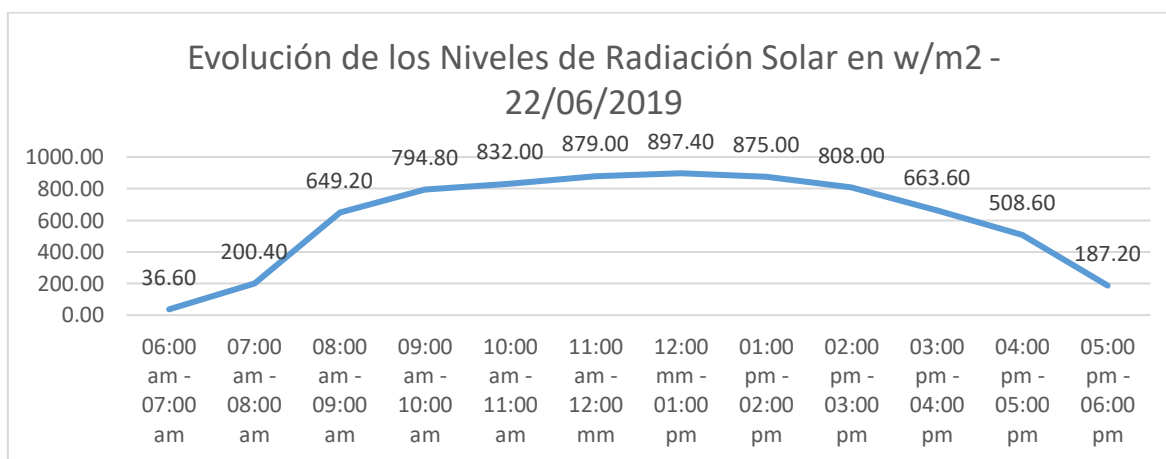


GRÁFICO 3 EVOLUCIÓN DE NIVELES 3

Fuente: propia

Dentro de la figura de fecha 22/06/2019, se evidencia un promedio de irradiación mínima de 36.60 w/m2

TABLA 6 MEDICIONES 4

| | Numero de Mediciones con Solarimetro de Niveles de Radiación Solar (w/m2) | | | | | |
|---------------------|---|------------|------------|------------|------------|---------------|
| 23/06/2019 | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Medición 5 | Promedio |
| 06:00 am - 07:00 am | 18 | 20 | 25 | 43 | 58 | 32.80 |
| 07:00 am - 08:00 am | 58 | 64 | 143 | 183 | 293 | 148.20 |
| 08:00 am - 09:00 am | 293 | 345 | 416 | 698 | 894 | 529.20 |
| 09:00 am - 10:00 am | 894 | 402 | 543 | 782 | 641 | 652.40 |
| 10:00 am - 11:00 am | 641 | 873 | 829 | 833 | 838 | 802.80 |
| 11:00 am - 12:00 mm | 838 | 873 | 864 | 873 | 892 | 868.00 |
| 12:00 mm - 01:00 pm | 892 | 916 | 947 | 923 | 621 | 859.80 |
| 01:00 pm - 02:00 pm | 621 | 759 | 790 | 563 | 686 | 683.80 |
| 02:00 pm - 03:00 pm | 686 | 782 | 689 | 619 | 649 | 685.00 |
| 03:00 pm - 04:00 pm | 649 | 615 | 564 | 578 | 525 | 586.20 |
| 04:00 pm - 05:00 pm | 625 | 630 | 282 | 158 | 360 | 411.00 |
| 05:00 pm - 06:00 pm | 360 | 358 | 197 | 68 | 34 | 203.40 |

Fuente: Propia

En el presente cuadro se evidencian las tomas realizadas con fecha 23/06/2019, siendo un total de cinco mediciones en una hora, en tal sentido se tiene que como nivel máximo de irradiación 868.00 w/m2 y como mínimo 32.80 w/m2.

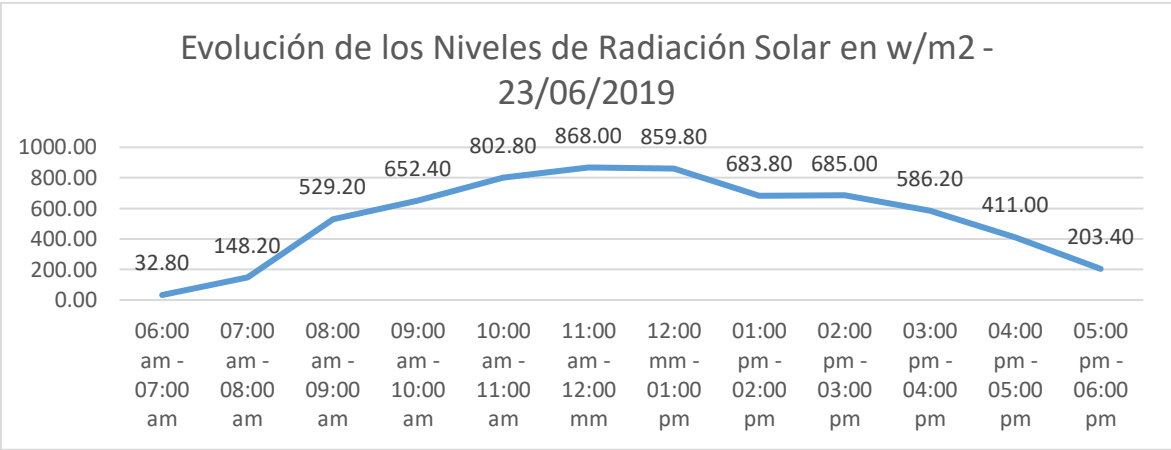


GRÁFICO 4 EVOLUCIÓN DE NIVELES 4

Fuente: Propia

Dentro de la figura de fecha 23/06/2019, se evidencia un promedio de irradiación mínima de 32.80 w/m2.

TABLA 7 MEDICIONES 5

| Numero de Mediciones con Solarimetro de Niveles de Radiación Solar (w/m2) | | | | | | |
|---|-----|------------|------------|------------|------------|----------|
| 24/06/2019 | c | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Medición 5 | Promedio |
| 06:00 am - 07:00 am | 13 | 19 | 16 | 20 | 49 | 23.40 |
| 07:00 am - 08:00 am | 49 | 64 | 98 | 160 | 198 | 113.80 |
| 08:00 am - 09:00 am | 198 | 349 | 432 | 400 | 295 | 334.80 |
| 09:00 am - 10:00 am | 295 | 756 | 685 | 725 | 743 | 640.80 |
| 10:00 am - 11:00 am | 743 | 719 | 802 | 762 | 802 | 765.60 |

| | | | | | | |
|------------------------|-----|-----|-----|------|-----|---------------|
| 11:00 am - 12:00 mm | 802 | 821 | 867 | 830 | 861 | 836.20 |
| 12:00 mm - 01:00 pm | 861 | 461 | 979 | 515 | 780 | 719.20 |
| 01:00 pm - 02:00 pm | 780 | 795 | 843 | 821 | 787 | 805.20 |
| 02:00 pm - 03:00 pm | 787 | 826 | 761 | 736 | 795 | 781.00 |
| 03:00 pm - 04:00 pm | 795 | 649 | 615 | 567 | 578 | 640.80 |
| 04:00 pm - 05:00 pm | 578 | 525 | 282 | 156 | 372 | 382.60 |
| 05:00 pm - 06:00 pm | 372 | 358 | 199 | 68.2 | 41 | 207.64 |

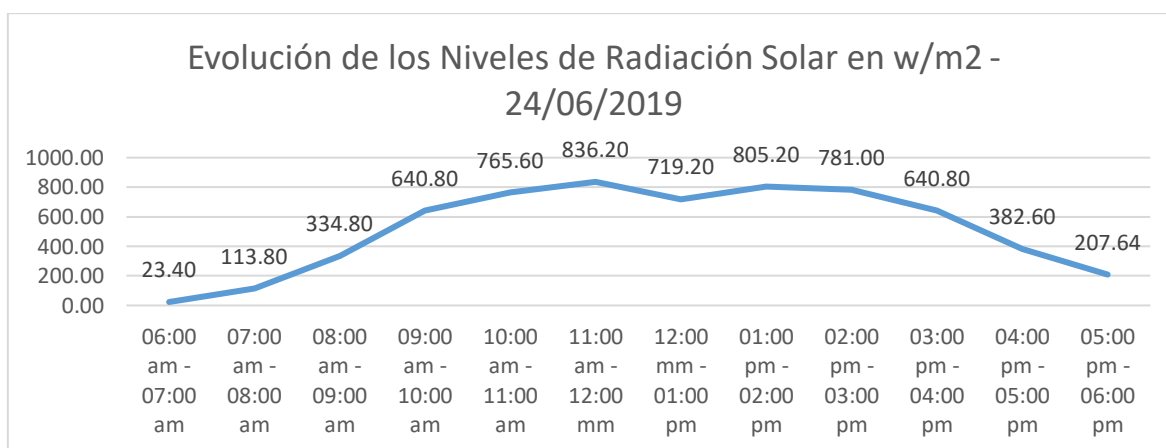


GRÁFICO 5 MEDICIONES 5

Fuente: Propia

Dentro de la figura de fecha 24/06/2019, se evidencia un promedio de irradiación mínima de 23.40 w/m2.

DETERMINACIÓN DEL PROMEDIO DE IRADIACIÓN EN kW-h/m²

TABLA 8 PROMEDIOS DE RADIACIÓN

| | Niveles Promedios de Radiación Solar (w/m²) | | | | | | |
|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 6:00 a. m. | 7:00 a. m. | 8:00 a. m. | 9:00 a. m. | 10:00 a. m. | 11:00 a. m. | 12:00 p. m. |
| 20/06/2019 | 20.60 | 57.60 | 192.40 | 742.00 | 803.20 | 814.40 | 752.80 |
| 21/06/2019 | 45.60 | 200.40 | 653.20 | 820.80 | 832.00 | 876.40 | 900.40 |
| 22/06/2019 | 36.60 | 200.40 | 649.20 | 794.80 | 832.00 | 879.00 | 897.40 |
| 23/06/2019 | 32.80 | 148.20 | 529.20 | 652.40 | 802.80 | 868.00 | 859.80 |
| 24/06/2019 | 23.40 | 113.80 | 334.80 | 640.80 | 765.60 | 836.20 | 719.20 |

TABLA 9 PROMEDIOS DE RADIACIÓN 2

| Niveles Promedios de Radiación Solar (w/m²) | | | | | Radiación Solar en w.h/m² |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| 1:00 p. m. | 2:00 p. m. | 3:00 p. m. | 4:00 p. m. | 5:00 p. m. | |
| 722.80 | 731.60 | 787.40 | 587.20 | 239.80 | 6451.80 |
| 905.60 | 835.20 | 663.80 | 504.00 | 186.20 | 7423.60 |
| 875.00 | 808.00 | 663.60 | 508.60 | 187.20 | 7331.80 |
| 683.80 | 685.00 | 586.20 | 411.00 | 203.40 | 6462.60 |
| 805.20 | 781.00 | 640.80 | 382.60 | 207.64 | 6251.04 |

De los cuadros anteriores se puede evidenciar que la radiación solar con fecha 20/06/2019 es de 6451.80 w.h/m², con fecha 21/06/2019 es de 7423.60 w.h/m², con fecha 22/06/2019 se puede precisar un valor de 7331.80.

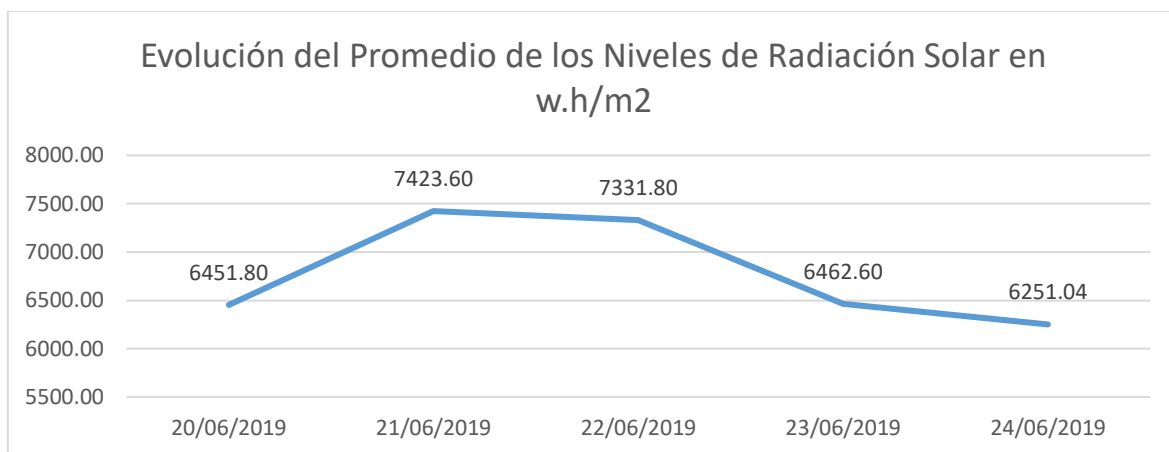


GRÁFICO 6 EVOLUCIÓN NIVELES 6

En la presente figura se evidencia la evolución de los niveles de radiación solar por días en la cual se deduce que el valor máximo es 7423.60 wh/m2 y el mínimo es de 6251.04 wh/m2.

TABLA 10 EVOLUCIÓN DE NIVELES

| Días de toma de datos | Niveles de Radiación Solar en w.h/m2 | Niveles de Radiación Solar en kw.h/m2 |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 20/06/2019 | 6451.80 | 6.45 |
| 21/06/2019 | 7423.60 | 7.42 |
| 22/06/2019 | 7331.80 | 7.33 |
| 23/06/2019 | 6462.60 | 6.46 |
| 24/06/2019 | 6251.04 | 6.25 |

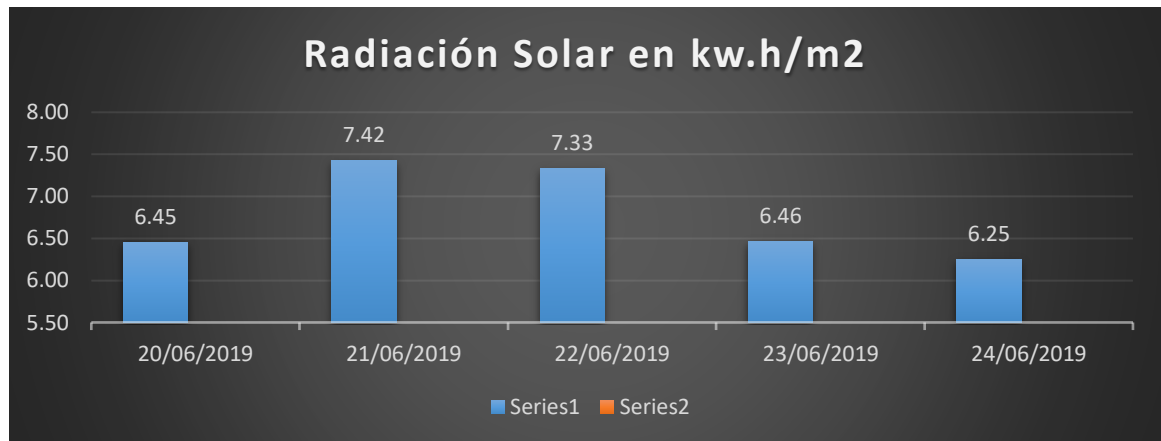


GRÁFICO 7 RADIACION SOLAR

De los cuadros se deduce que los niveles de radiación solar ya se encuentran en kw.h/m² y se están evidenciando dos valores uno máximo y otro mínimo siendo estos: valor máximo es igual a 7.42 kw.h/m² y el valor mínimo es 6.25 kw.h/m², para lo cual se manifiesta para realizar los cálculos del dimensionamiento de los sistemas se utilizar de manera de los diseños de los valores mínimos que son. 6.25 kw.h/m².

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

CÁLCULO DEL HORA SOLAR PICO

$$HPS_{crit} = \frac{I_{pi}}{I_{STC}}$$

HPS_{crit}: Hora solar pico

I_{pi}: Valores de las irradiaciones incidentes en Wh/m²

I_{STC}: Potencial de irradiancias en condición estándar de medida (STC) en Wh/m²

$$HPS_{crit} = \frac{6.25 \text{ kw.h/m}^2}{1 \text{ kw/m}^2}$$

$$HPS_{crit} = 6.25 \text{ h}$$

CÁLCULO DEL MÓDULO SOLAR

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR$$

Donde,

EP : Capacidades de generaciones de energías de los paneles

P_{MPP} : Potencial pico de los módulos en condición estándar de medidas STC

HPS_{crit} : Hora solar pico promedios

PR : Factores globales de funcionamientos:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR \quad \Rightarrow \quad 150 * 6.25 * 0.90 = 843.75 \text{ W}$$

Calculando lo que genera en el día la corriente.

$$Cp = HPS_{crit} * I$$

Cp : corrientes que generan al día los paneles

I : Corriente del panel solar

HPS_{crit} : Horas de sol pico promedio

$$Cp = HPS_{crit} * I \quad \Rightarrow \quad 6.25 * 7.85 = 49.06 \text{ Ah/día}$$

En tal sentido se selecciona un módulo donde el Potencial pico de los módulos en condición estándar de medida STC.

Entonces tenemos:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{Cp}$$

En el cual,

N_p : Números de paneles en paralelo

Q_{Ah} : consumo medio de la carga diaria

C_p : Corriente que genera al día el panel

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p} \qquad N_p = 78.13 / 49.06 = 1.59 \approx 2$$

Lo que resulta de los hogares para consumir de manera determinada, por medio de las ofertas de las radiaciones que emite el sol, necesitando dos paneles para así poder satisfacer sus necesidades de servicio de energía eléctrica.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS

- Profundidades de Descargas Máximas Estacionales ($PD_{max,e}$) = 70% = 0,7
- Profundidades de Descargas Máximas Diarias ($PD_{max,d}$) = 25% = 0,25
- Números de días de Autonomía (N) = 3

a. Capacidades nominales de las baterías en funciones de las descargas máximas diarias (C_{nd}):

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct$$

Donde,

$C_{nd}(Wh)$: Capacidades nominales de las baterías en descargas máximas diarias

L_{md} : Consumos medios de energías diaria

$P_{Dmax,d}$: Descargas máximas diarias

Fct: Factores de corrección de Temperaturas (= 1)

Resultados:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct \Rightarrow \frac{1,875}{0.25} * 1 = \mathbf{7,500 Wh}$$

Podemos ver el resultado que indica que podemos obtener electricidad de unos 1.875 Wh con nuestros acumuladores, pero nos permiten solo unos 25% de descargas máximas diarias y en la suposición de los factores que corrigen las temperaturas necesitamos capacidades nominales de los acumuladores en descargas máximas de 7.500 Wh:

Tenemos el resultado donde podríamos hacer cálculos de las capacidades mínimas que tenemos la necesidad para los sistemas que se acumulan teniendo como funcionalidad cuanto se descarga al día.

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde,

$C_{nd}(Ah)$: Capacidades mínimas de las baterías en descargas máximas diario.

$C_{nd}(Wh)$: Capacidades nominales de las baterías en descargas máximas diarias

V_{BAT} : Tensión de las baterías.

resultando:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} \Rightarrow \frac{7,500}{24} = \mathbf{312.5 Ah}$$

Los resultados indican que las capacidades mínimas que tenemos la necesidad para nuestros sistemas de acumuladores en las funciones de las descargas máximas diarias con unos 312.5Ah

b. Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne)

El procedimiento de este cálculo es similar al anterior.

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

Donde,

$C_{ne}(Wh)$: Capacidades nominales de las baterías en descargas máximas estacionales

L_{md} : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,e}$: Descargas máximas estacionales

Fct : Factores de correcciones de Temperaturas (= 1)

resultando.

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct \Rightarrow \frac{1,875 * 3}{0.70} * 1 = \mathbf{8,035.71 \text{ Wh}}$$

Este resultado indicará que la generación de electricidad diariamente es de 1.875kW, con nuestros acumuladores por disponemos de 3 días sin sol, no permitiendo descargas mayores a los 70%, con una estimación de F.C de temperaturas igualadas a 1, esto es necesario tener capacidades nominales a las baterías de descargas máximas estacionales de 8.035 Wh.

De esa manera se siguen similares procedimientos para poder hacer cálculos de las capacidades que necesita nuestro sistema para acumular con la funcionalidad de las descargas máximas:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde,

$C_{ne}(Ah)$: Capacidades mínimas de las baterías en descargas máximas estacionales.

$C_{ne}(Wh)$: Capacidades nominales de las baterías en descargas máximas estacionales.

V_{BAT} : Tensión de batería

El resultado es:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} \Rightarrow \frac{8,035.71}{24} = \mathbf{334.82 \text{ Ah}}$$

Los resultados que indican las capacidades mínimas que necesitamos para nuestros sistemas que acumulan las descargas máximas estacionales son de 334.82 Ah.

Este resultado es por medio de calcular e indicar que tenemos mayores resultados, donde el mínimo tenemos:

$$C_{100} = 334.82 \text{ Ah}$$

En estos casos podemos indicar que lo que especifica en sus fichas los acumuladores proponen usar baterías de tipo POWER SAFE SBS 130 que cumple con el requerimiento anteriormente calculado.

DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR

Determinaremos y dimensionaremos los reguladores de manera necesaria para presentar estudios, basados en cálculos, porque son de vital importancia tener las máximas corrientes que soportaría el regulador.

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles}$$

Donde,

$I_{entrada}$: Corrientes de los reguladores

F_{seg} : Factores de seguridad evitando dañarlo.

$I_{MOD,SC}$: Corrientes unitarias de los módulos fotovoltaicos en condiciones de cortocircuito

$N_{paneles}$: Número de paneles

El resultado de este cálculo se determina seguidamente:

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles} \Rightarrow .15 * 8.85 * 3 = \mathbf{30.5 \text{ A}}$$

Al Concluirse que los reguladores que se seleccionan cumplen con los requerimientos.

DIMENSIONAMIENTOS DE INVERSORES

Los inversores se encargan de la transformación de continua a alterna, por eso que necesitamos parametrizar los equipos con potencias mínimas para su conversión.

Toda la carga que se coloca es muy baja probabilidad que se activen a la vez, pero se asume este caso crítico para tener la confiabilidad de sistema.

$$W_{mininversor} = W_{maxinversor} * Cs = 500 \text{ W}$$

Donde:

$W_{maxinversor}$: Valores de las potencias demandadas.

Cs: coeficientes de simultaneidad, 100%

$$N^{\circ}_{inversores} = \frac{W_{inversor}}{W_{sistema}} = 0.71 \approx 1$$

Cumple con los requerimientos indicados.

DIMENSIONAMIENTOS DE LOS CABLES.

Dimensionar los conductores se realizan bajo los sistemas que recomiendan la normativa y el código nacional de electricidad. (ENERGIAS RENOVABLES, 2018)

Los métodos que se usan se basan en las normas IEC 603464-5-52 en instalaciones eléctricas de edificios, donde se seleccionan los materiales eléctricos y canalizaciones.

- Entre los P.F y los reguladores serán menor a 3%
- Entre los reguladores y los acumuladores serán menor a 1%
- Entre las baterías y los inversores serán menores a 1%
- Entre los inversores y las cargas serán menores a 5%.

Calculo de la sección del conductor:

$$S = 2x \frac{(L * I)}{(K * V_{1-2})}$$

Donde:

S: sección en mm².

L: longitud del cable.

I: intensidad de corriente.

V₁₋₂: caída de voltaje. (Con las caídas indicadas)

K: conductividad del cobre (56m/Ωmm²)

Panel fotovoltaico – regulador: (3m)

Tenemos una estimación que las estaciones de los P.F existen distancias de 3m y la intensidad máxima de = 3 módulos x 7.85 = 23.55 A.

$$\text{Caída de tensión: } 3\% * 24 = 0.72$$

Las ecuaciones comparadas con las tablas AWG:

$$S = 2x \frac{3 * 23.55}{56 * 0.72} \quad S = 3.50 \text{mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 10

Reguladores-baterías: (1m)

Hacemos una estimación de que los acumuladores hasta los reguladores existen distancias de 1m en la intensidad máxima es = 3 módulos x 7.85= 23.55 A.

Caída de tensión: 1% * 24 = 0.24

$$S = 2x \frac{1 * 23.55}{56 * 0.24} \quad s = 3.50 \text{mm}^2$$

Indicándonos usar un conductor, AWG # 10

Baterías-inversores: (1m)

en consumos máximos de 500 W la corriente:

Caída de tensión: 1% * 24 = 0.24

$$\frac{500}{0.9 * 24} = 23.15$$

Ahora:
$$S = 2x \frac{1 * 23.15}{56 * 0.24} \quad s = 3.44 \text{mm}^2$$

Indicándonos usar un, AWG # 10

Inversores–cargas: (2m)

En consumos de 500W máxima la intensidad es:

$$\frac{500}{0.9 * 24} = 23.15$$

Caída de tensión: 5% * 24 = 1.2

Entonces: $S = 2x \frac{2 * 23.15}{56 * 0.12}$ $s = 1.38\text{mm}^2$

Indicándonos usar un, AWG # 14

Sección de conductores AWG

| Calibre A.W.G | Diámetro mm | Sección mm ² | Intensidad en amperios | | | |
|------------------|----------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | | | Aire libre | | 3 conductores en tubo | |
| | | | TW | desnudo | TW | asbesto |
| 0000 | 11.58 | 107.20 | 300 | 370 | 195 | 340 |
| 000 | 10.38 | 85.00 | 260 | 320 | 165 | 285 |
| 00 | 9.36 | 67.42 | 225 | 275 | 145 | 250 |
| 0 | 8.25 | 53.48 | 195 | 235 | 125 | 225 |
| 2 | 6.54 | 33.62 | 140 | 175 | 95 | 165 |
| 4 | 5.18 | 21.15 | 105 | 130 | 70 | 120 |
| 6 | 4.11 | 13.29 | 80 | 100 | 55 | 95 |
| 8 | 3.26 | 8.32 | 55 | 70 | 40 | 70 |
| 10 | 2.59 | 5.29 | 40 | 55 | 30 | 55 |
| 12 | 2.05 | 3.29 | 25 | 40 | 20 | 40 |
| 14 | 1.62 | 2.08 | 20 | 30 | 15 | 30 |
| 16 | 1.29 | 1.29 | 12 | 16 | 8 | 16 |
| 18 | 1.02 | 0.85 | 8 | 12 | 6 | 12 |

FIGURA 1 SECCIÓN DE CONDUCTORES AWG

En las cuales debemos hacer una verificación que no supere las caídas de tensión teniendo en cuenta:

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * I * L * \cos \emptyset}{A * U} * 100 \%$$

Donde:

L : Es la longitud total del cable.

I : intensidad de corriente.

$\cos \emptyset$: Es el factor de potencia. Considerando 0.9

A : Es el área del cable.

U : Es la tensión de operación

Calculamos la caída de tensión para cada componente:

Panel fotovoltaico - Regulador

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.55 * 3 * 0.9}{3.50 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 2.70$$

Regulador - Batería

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.55 * 1 * 0.9}{3.50 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.90$$

Batería - Inversor

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.15 * 1 * 0.9}{3.44 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.90$$

Inversor - Carga

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.15 * 2 * 0.9}{1.38 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 4.49$$

Resultados de cálculo de cableado

TABLA 11 RESULTADOS DE CÁLCULO DE CABLEADO

| Descripción | I | Sección | L | $\Delta U\%$ |
|-------------------------------------|---------|----------------------|---|--------------|
| Paneles fotovoltaicos - reguladores | 23.55 A | 3.50 mm ² | 3 | 2.70 |
| Reguladores- baterías | 23.55 A | 3.50 mm ² | 1 | 0.90 |
| Baterías-inversores | 23.15 A | 3.44 mm ² | 1 | 0.90 |
| Inversores-cargas | 23.15 A | 1.38 mm ² | 2 | 4.49 |

La distancia que se muestra corresponde a las longitudes que necesitan los conductores para ser conectados al equipo.

4.3. Realizar la evaluación económica del sistema solar fotovoltaico utilizando las herramientas financieras VAN y TIR.

Costos unitarios de sistema domiciliario

TABLA 12 COSTOS DE MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (S/.) | PARCIAL |
|---|----------|-----------------------|------------------|
| SISTEMA DE ENERGÍA | | | |
| Paneles Solares 150w | 2 | 870 | 1,740 |
| Baterías De Ciclos Profundo | 1 | 936 | 936 |
| Controladores/Reguladores De Carga De 50 A | 1 | 156 | 156 |
| Inversor AISLADA PHOENIX 12/350 | 1 | 1412 | 1,412 |
| Estructuras De Soportes De Acero Galvanizado Y/O Aluminio Para Modulo Tipo Poste | 1 | 100 | 100 |
| CONEXIONES INTERNAS | | | |
| Interruptores simples b-TICINO con tornillos | 4 | 5 | 20 |
| Tomacorrientes dobles con tornillos | 2 | 9 | 18 |
| Cables y accesorios de conexión | 1 | 220 | 220 |
| VALOR DE VENTA POR SISTEMA PARA VIVIENDAS (S/.) Incluye IGV | | | S/. 4,602 |

Fuente: En base a cotizaciones determinadas en el presente estudio.

Costos de instalación transporte y flete

TABLA 13 COSTOS DE INSTALACIÓN

| Instalación y puesta en marcha | Precio Unitario de Instalación (S/.) | Precio Unitario De Transporte y Fletes (S/.) | Precio Unitario por sistema Instalado (S/.) |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| SISTEMA DE ENERGÍA | 250 | 150 | 400 |

Resumen de costos de inversión total por domicilio

TABLA 14 INVERSIÓN TOTAL POR DOMICILIO

| DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA | CANTIDAD | VALOR VENTA UNITARIO (S/.) | VALOR VENTA TOTAL (S/.) |
|--|----------|----------------------------|-------------------------|
| Sistema de Energía Domiciliario | 1 | 4,602 | 4,602.00 |
| Instalación y puesta en marcha | 1 | 400 | 400.00 |
| Costo total de inversión (Inc. IGV) | | | 5,002.00 |

Según los cuadros se establece que el costo total por modulo asciende a la suma de S/. 5,002.00 (Cinco Mil Dos con 00/100 soles).

Resumen de costos de inversión total todos los domicilios

TABLA 15 INVERSIÓN TOTAL DEL TOTAL DE DOMICILIOS

| DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA | CANTIDAD | VALOR VENTA UNITARIO (S/.) | VALOR VENTA TOTAL (S/.) |
|--|----------|----------------------------|-------------------------|
| Sistema de Energía Domiciliario | 80 | 4,602 | 368,160.00 |
| Instalación y puesta en marcha | 80 | 400 | 32,000.00 |
| Costo total de inversión (Inc. IGV) | | | 400,160.00 |

Este caserío cuenta con 80 viviendas para lo cual el monto total de inversión sería S/. 400,160.00 (Cuatrocientos Mil Ciento sesenta con 00/100 soles)

EVALUACIÓN ECONÓMICA

TABLA 16 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

| AÑOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | |
| INGRESOS | Inversión (Costo de Proyecto) | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados | Ingresos Trabajos realizados |
| Ingresos | 5002.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 |
| Otros | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total Ingresos | 5002.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 | 1500.00 |
| | | | | | | | | |
| EGRESOS | | | | | | | | |
| Gastos por cambio de batería | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 936.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Operación y mantenimiento | | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 |
| otros Gastos | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total Egresos | 0.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 | 1136.00 | 200.00 | 200.00 | 200.00 |
| | | | | | | | | |
| INGRESO NETO | -5002.00 | 1300.00 | 1300.00 | 1300.00 | 364.00 | 1300.00 | 1300.00 | 1300.00 |

| | |
|--------------------------|---------------|
| VAN S/ | 687.64 |
| TIR | 14.12% |
| TASA DE DESCUENTO | 10% |

Se evidencia un VAN positivo igual a S/. 687.64 con un TIR del 14.12%, mayor que la tasa de descuento en tal sentido el proyecto es aceptable

DISCUSIÓN

Por medio de cada objetivo específico esta investigación, corresponde a la determinación de los niveles de consumos que se estiman, siendo estos por medio de identificaciones de cargas potenciales por cada hogar por medio de aplicaciones de códigos nacionales de electricidad, obteniendo resultados en niveles de consumos alrededor de 56,25 KWh/mes por casa, generalmente el consumo eléctrico en la parte rural de nuestra serranía no superan los 50KW, no quiere decir que el consumo menor a este se considere menor o bajo en temas económicos o sociales.

Al hacer una comparación de los resultados en consumos energéticos en cada hogar de esta con las demás como la de Muñoz Delfor donde mediante aplicaciones energéticas solares para electrificar zonas rurales en el interior del Perú, éstas se mencionan porque se deben a cada carga que se utiliza de manera diferente con los sentidos de otra en la carga, ya que en la nuestra usamos diferentes cargas en simultaneidad, una de las ventajas que tenemos con otras es que nuestros consumos son menores a otras y comparándolas con la normatividad vigente de las energía renovables por medio de un sistema solar fotovoltaico del MEIM.

Teniendo una consideración que el nivel que se consume en este informe es menor a comparación de los consumos tradicionales juntamente con otros objetivos de nuestros proyectos podemos decir que nuestra investigación logro una determinación por medio de cálculos y datos recogidos en campo poder determinar lo que acumula durante el día y en un mes del año. Por medio de este resultado podemos determinar que este proyecto es viable para poder instalarlo en el área donde se plantea.

Estos datos que obtuvimos con anterioridad los podemos comparar con el modelo presentado por Ortiz y Marcelo donde dimensionaron sistemas para bombear agua en Piura y por lo que se confirman que estos niveles que irradia son comparables con los nuestros y que por otro lado tenemos datos generales. Es bueno recalcar que al no obtener datos históricos del día a día de lo que irradia el sol podemos tomar ámbitos de intervención de los proyectos en

estadísticas para úsalo en partes cercanas al proyecto permitiendo validez con otras tesis.

Otra de las que podemos hacer comparaciones es la Piriz Sagahon, los cuales consideraron que los métodos recomendables para el consumo y los cálculos óptimos del grado inclinado de cada panel, su dimensión de sus inversores y reguladores toman el mismo rumbo que la nuestra. Muñoz del for (2005)

Las teorías sobre las eficiencias energéticas de los sistemas fotovoltaicos mediante las celdas solares indican que las tecnologías de mono cristalino cuentan con eficiencias típicas de unos 13 a 15% al compararlos en la parte teórica con cada resultado que llega en la tesis, y haciendo comparaciones con los mismos, pero con tecnología actual que tiene unos 17% de eficiencia podemos decir que es mayor en sus cálculos teóricos.

Por otro lado, los elementos que se utilizan en las tecnologías actuales superan a los de varios años atrás.

CONCLUSIONES

Logramos realizar cálculos de cuanto es lo máximo que tiene una vivienda del caserío beneficiado, los cuales considerando que ciertos topes de equipamientos por hogar obtenemos una potencia total en cada zona de esta manera consideramos las cargas especiales donde se concluye que la máxima demanda en el caserío Granja asciende a la suma de 2776.00 wh/día.

Después de los datos obtenidos en campo se concluye que el promedio de radiación solar en el caserío Granja 6.25 kw.h/m², para lo cual se tuvo en cuenta al dimensionar cada componente de sistema F.V concluyendo que se necesitarían 2 paneles solares, 1 batería la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima diaria, es de 312.5 Ah, la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación es de 334.82 Ah, 1 inversor, 1 controlador.

Según los cuadros se establece que el costo total por modulo asciende a la suma de S/. 5,002.00 (Cinco Mil Dos con 00/100 soles) pero como el caserío cuenta con 80 viviendas para lo cual el monto total de inversión sería S/. 400,160.00 (Cuatrocientos Mil Ciento sesenta con 00/100 soles).

RECOMENDACIONES

Se concluyó que la máxima demanda en el caserío Granja asciende a la suma de 2776.00 wh/día, por lo que se recomienda tener en cuenta este valor de diseño que con este se está garantizando el buen funcionamiento del sistema.

Se recomienda que los paneles solares modelo EX150M (156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC 150 watts, 1 batería Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, en la cual la batería dará una capacidad de 360 Ah, 1 inversor con un Pico de potencia: 700W con una Tensión de 110VAC o 230VAC y el controlador Modelo EX150M-24V, 150 Wp, 8.85 A.

Se estableció un monto por modulo solar de S/. 5,002.00 (Cinco Mil Dos con 00/100 soles) por lo que se recomienda realizar la instalación de forma modular, buscar financiamiento a alguna entidad del estado disponible a invertir en dichos sistemas solares

REFERENCIAS

- ASOCIACION DE EMPRESAS DE ENERGIA RENOVABLE. 2017.** *Estudio del Impacto Macroeconomico de las Energias renovables en España.* Barcelona : Madlin S.L, 2017.
- . **2017.** *LAS ENERGIA RENOVABLES RECORD EN VOLUMEN DE INSTALACION.* ESPAÑA : s.n., 2017.
- Biodigestores. 2011.** [En línea] mayo de 2011. [Citado el: 27 de agosto de 2016.] http://www.academia.edu/8184562/Biodigestores_Una_alternativa_a_la_autosuficiencia_energ%C3%A9tica_y_de_biofertilizantes.
- Biogas from waste and renewable.* **Deublen. 2008.** [s.l.] : Velag CmbH & Co, 2008.
- Biogas: Una alternativa ecologica para la produccion de energia.* **Gutierrez et al. 2012.** 85, [Arizona] : Concytec, 2012, Vol. VII. 2007-2716.
- Boschi. 2007.** [En línea] 2007. [Citado el: 05 de septiembre de 2016.] <http://www.monografias.com/trabajos42/efluentes-ganaderos/efluentes-ganaderos2.shtml>.
- Comision Nacional de Energia. 2015.** Comision Nacional de Energia. [En línea] CNE, 2015. [Citado el: 25 de Agosto de 2016.] <http://www.cne.cl/tarificacion/hidrocarburos/>.
- Cueva. 2012.** [En línea] 2012. [Citado el: 27 de agosto de 2016.] http://tesis.unjbg.edu.pe:8080/bitstream/handle/unjbg/128/22_Cueva_Ancalla_BL_FACI_Biologia_Microbiologia_2012.pdf?sequence=1.
- Ecologia Verde. 2009.** [En línea] ecologia verde desarrollo sostenible para un mundo mejor, 10 de Julio de 2009. [Citado el: 27 de agosto de 2016.] <http://www.ecologiaverde.com/el-potencial-del-biogas-en-espana/>.
- ENERGIAS RENOVABLES.* **BANCO MUNDIAL. 2018.** ESPAÑA : s.n., 2018.
- Enersa. 2005.** Enersa. *Ambientum.com.* [En línea] 2005. [Citado el: 27 de agosto de 2016.] <http://www.ambientum.com/revistanueva/2006-04/aprovechamientobiogas.htm>.
- ESPADA, BLANCA. 2018.** *FUENTES DE ENERGIA EN EL MUNDO.* BARCELONA : s.n., 2018.
- Generacion de energia y fertilizantes orgánicos a partir de residuos agricolas.* **Samani, Zohrab. 2004.** 155, Nuevo Mexico : Universidad Del Estado de Nuevo Mexico, 2004, Vol. I.

Grupo Saiver Peru S.A.C. 2006. [En línea] Agronegocios Perú, 25 de abril de 2006. [Citado el: 28 de agosto de 2016.] <http://www.agronegociosperu.org/noticias/cajamarca-biodigestores-benefician-a-familias-de-menores-recursos.htm#.V8r9avmqkko>.

Huaman. 2008. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. [Lima]: Development Index, 2008. PNUD.

IPCC. 2011. *Fuente de Energia Renovables y Mitigacion de Cambio Climatico*. CATALUÑA : OTTMAR EDENHOFER, 2011.

Martinez. 2005. *repositorio.espe.edu.ec*. [En línea] 02 de Abril de 2005. [Citado el: 26 de agosto de 2016.] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/308/8/T-ESPE-026444-4.pdf>.

Mundial, Banco. 2016. [En línea] 5 de abril de 2016. [Citado el: 28 de Septiembre de 2016.] <http://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>.

OSINERGMIN. 2017. *LA INDUSTRIA DE LA ENERGIA RENOVABLE EN EL PERU*. LIMA : Magdalena del MAR, 2017.

Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico. Contreras, Lopez y Romero. 2006. 16, [Madrid] : Futuros, 2006, Vol. VI.

Quilumbago y Robalino. 2012. [En línea] 20 de Junio de 2012. [Citado el: 05 de octubre de 2016.] <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2002/1/03%20EIA%20328%20Tesis.pdf>.

Ramos. 2014. [En línea] 2014. [Citado el: 28 de Agosto de 2016.] http://oa.upm.es/28957/1/JUAN_LUIS_RAMOS_SUAREZ.pdf.

REN21. 2016. [En línea] 2016. [Citado el: 26 de septiembre de 2016.] http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf.

Rilling, P. 1985. [En línea] 1985. [Citado el: 27 de septiembre de 2016.] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcit275d/doc/bmfcit275d.pdf>.

Salazar et al. 2012. [En línea] 17 de noviembre de 2012. [Citado el: 25 de agosto de 2016.] <http://perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/6.pdf>.

Salvador Escovar S.A. 2017. *Libro Blanco de las Energias Renovables*. Barcelona España : SALVADOR ESCODA S.A, 2017. Vol. 18.1. DL B 26736-2017.

Sandoval. 2006. Organizacion de los estados americanos. [En línea] 2006. [Citado el: 29 de agosto de 2016.] <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128192419.pdf>.

Silva. 2008. [En línea] Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, 25 de septiembre de 2008. [Citado el: 27 de agosto de 2016.] <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/biogas.pdf>.

Tecnología del Biogas. **Silva, C. 2010.** 85, Colombia : Scielo, 2010, Vol. II.

Tellez. 2008. *Cybertesis*. [En línea] Universidad Austral de Chile, 2008. [Citado el: 28 de agosto de 2016.] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcit275d/doc/bmfcit275d.pdf>.

The Site of Reaction in Solid-State Digestion. **D.J. Martin. 2001.** Limerick : ELSEVIER, 2001, Vol. 79.

The sustainable winery. **Dobelmann et al. 2016.** 12, Mexico : Sciendo, 2016, Vol. IV.

Tomas. 2009. blog. [En línea] 20 de agosto de 2009. [Citado el: 28 de agosto de 2016.] <http://fuentedeenergia.blogspot.pe/2009/07/ventajas-y-desventajas.html> .

Urra. 2009. [En línea] 2009. [Citado el: 26 de Agosto de 2016.] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fau.81e/doc/fau.81e.pdf> .

V., Jenny Alexandra Rodriguez. www.uasb.org. www.uasb.org. [En línea] Universidad del Valle. Cali Colombia. [Citado el: 04 de 12 de 2016.] www.uasb.org.

VAINSTEIN, DANIEL SCHMERLER. 2018. *POTENCIAL ENERGETICO EN EL PERU*. CHICLAYO : s.n., 2018.

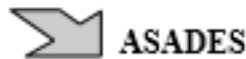
VALDIVIESO, JUAN SANDOVAL. 2018. *PANELES SOLARES EN ZONAS RURALES DE MONTE HERMOSO MIRADOR Y PAÑALA - MORROPE*. CHICLAYO : s.n., 2018.

Vanero. 2011. <http://www.fao.org/>. [En línea] 2011. [Citado el: 26 de agosto de 2016.] <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>. ISBN 978953068920.

ANEXOS

Anexo N° 01

PAPERS 1:



Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 10, 2006. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: Su importancia en la sostenibilidad de los proyectos basados en tecnología solar fotovoltaica

Federico Morante¹, André Mocelin² y Roberto Zilles²

¹Universidade Federal do ABC – Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas
Rua Santa Adélia, 166 – Bairro Bangu – Santo André – São Paulo – SP – Brasil – CEP 09210-170
Fax: +55 11 4996-3166, e-mail: fredmorante@yahoo.com

²Universidade de São Paulo - Instituto de Eletrotécnica e Energia - Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 – Cidade Universitária – São Paulo – SP – Brasil – CEP 05508-010
Fax: +55 11 3816-7828, e-mail: zilles@iee.usp.br

RESUMEN: En el presente artículo se aborda el tema de la capacitación en el medio rural a partir de una perspectiva socio-técnica, teniendo el objetivo de transmitir algunos aprendizajes resultantes de la experiencia en campo. El desarrollo de este tipo de acciones muestra que a pesar de las dificultades inherentes a las zonas rurales empobrecidas, la transmisión de conocimientos técnicos no es algo imposible de ser realizado. Sin embargo, la metodología escogida debe llevar en cuenta la realidad y el entorno de estos pobladores así como la inclusión de su etnoconocimiento. Debido a sus actividades de subsistencia, la gran mayoría de pobladores rurales manipula diversas variables físicas, faltando solamente explicarlas. En tal sentido, la capacitación debe ser ofrecida aprovechando toda esta base de conocimientos pre-existentes y empleando un lenguaje adecuado para ello. En el artículo también se relata algunas experiencias en este campo relacionadas con la implantación de la tecnología fotovoltaica.

Palabras clave: transferencia tecnológica, capacitación, sistemas fotovoltaicos domiciliarios y sostenibilidad.

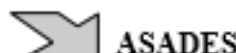
INTRODUCCIÓN

Diferentemente a las áreas urbanas donde se cuenta con una serie de medios para realizar la transmisión de conocimientos, en las zonas rurales existen grandes dificultades para llevar a cabo estas acciones. En las localidades rurales pobres, por lo general los habitantes poseen bajo nivel de escolaridad e, inclusive, utilizan idiomas diferentes. Junto a ello, la infraestructura educacional sufre de muchas carencias y en diversos lugares ella no existe. A pesar de toda esta problemática, los pobladores rurales deservuelven su diario vivir aplicando una gran variedad de conocimientos resultantes de su adaptabilidad al medio. Al mismo tiempo, de manera cada vez más acelerada van adoptando innovaciones muchas de ellas complejas. Debido a la necesidad de aprender su uso y mantenimiento perciben la importancia de la capacitación y de este modo se convierten en fundamentales vectores de la transferencia tecnológica.

En lo referente a la electrificación, el medio urbano cuenta con una amplia red de soporte técnico consolidada desde hace mucho tiempo. En algunas zonas rurales donde ha sido extendida la red eléctrica, relativamente esta asistencia técnica es más fácil de ser implementada. Por el contrario, en las zonas rurales alejadas, dispersas y de difícil acceso este soporte es mucho más complicado de ser organizado y materializado. Esto es lo que ocurre con las localidades donde se han instalado sistemas fotovoltaicos domiciliarios. De todo esto se infiere que estas peculiaridades obligan a un abordaje muy diferente a lo conocido y aplicado en el medio urbano en todo lo que se refiere a la asistencia técnica y a la sostenibilidad de los proyectos.

A partir de esta realidad es posible afirmar que mientras no existan las condiciones adecuadas resultantes de programas de electrificación fotovoltaica a gran escala, que incentiven la actuación de empresas privadas dedicadas al mantenimiento de sistemas, o al comprometimiento de las propias empresas eléctricas en estos menesteres, el poblador rural se torna una pieza de vital importancia en el mantenimiento primario y básico de la tecnología. En este caso, la capacitación y formación de técnicos locales preparados para realizar labores simples o relativamente complejas es un paso necesario y fundamental en cualquier proyecto de electrificación que se pretenda mantener en el tiempo (Narvarte, 2001; Serpa, 2001; Fedrizzi, 2003).

PAPERS 2:



Acta de la XXXVII Reunión de Trabajo de la Asociación
Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 2, pp. 04.93-04.100, 2014. Impreso en la Argentina.
ISBN 978-987-29873-0-5

DESAFIOS ACTUALES PARA LA DIFUSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE BOMBEO DE AGUA EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO: OBSERVACIONES DE CAMPO

L. Roberto Valer¹, A. Moura de Moraes², F. Morante², R. Zilles¹, M. Cristina Fedrizzi²

¹Universidade de São Paulo (USP)

Instituto de Energia e Ambiente (IEE) - Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos (LSF)

Av. Professor Luciano Gualberto, 1289 - CEP 05508-010 - São Paulo -Brasil

e-mail: robvaler@usp.br

²Universidade Federal do ABC (UFABC)

Programa de Pós-graduação em Energia - Universidade Federal do ABC

Av. dos Estados, 5001. Bairro Bangu. CEP 09210-580. Santo André - SP - Brasil

Recibido 17/08/14, aceptado 29/09/14

RESUMEN:

En las últimas décadas sistemas fotovoltaicos de bombeo (SFB) están siendo utilizados en Brasil para el suministro de agua en comunidades rurales dispersas. Diversos proyectos e iniciativas realizadas con el apoyo de entidades de cooperación internacional, instituciones de investigación, gobiernos y organizaciones no gubernamentales posibilitaron la instalación de miles de esos sistemas en el país y en especial en la región semiárida. Sin embargo, la amplia difusión de estos sistemas aún no sucedió como esperado por razones de apropiación tecnológica y diversos factores. Para entender mejor este panorama investigadores de la USP y de la UFABC visitaron en los últimos 3 años 25 SFBs instalados en 5 estados del noreste brasileño. En el presente artículo se presentan los principales problemas identificados y se formulan algunas recomendaciones que pueden ser llevadas en cuenta en futuros proyectos.

Palabras clave: energía fotovoltaica, sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua.

INTRODUCCION

A pesar de la gran disponibilidad de agua en Brasil en comparación con otros países, hay algunas regiones, como en la región semiárida de Brasil, donde hay escasez periódica de agua debido a factores como la escasez de precipitaciones (menos de 800 mm por año), alta irradiación solar diaria (entre 5,9 y 6,1 kWh/m²) y altas temperaturas promedio (alrededor de 27°C). La región semiárida de Brasil tiene una extensión de 980,000 km², área más grande que la de muchos países sudamericanos, como Ecuador, Chile, Paraguay, Uruguay, Guyana y Surinam. A pesar de esta escasez, la región semiárida tiene buenas reservas de agua en forma de fuentes subterráneas. Además del problema de la escasez de agua, la región también tiene problemas históricos de suministro eléctrico, especialmente en las zonas rurales. También hay comunidades que, a pesar de tener electricidad en el hogar, no la pueden utilizar en las actividades productivas ya que la red eléctrica está lejos de los lugares de producción como huertas, bebederos de animales, etc. Debido a su costo cada vez más competitivo y sus características de autonomía y modularidad, la tecnología solar fotovoltaica podría suministrar electricidad para extraer agua de fuentes subterráneas.

Básicamente, los sistemas fotovoltaicos de bombeo (SFBs) están compuestos por un generador fotovoltaico, un sistema de control, la motobomba y el sistema de almacenamiento (Figura 1). El generador fotovoltaico puede ser instalado en una estructura fija o con seguimiento. Las bombas pueden operar en corriente continua (C.C.) o corriente alterna (C.A.), y puede ser de tipo centrífuga o volumétrica. El sistema de control depende de las características de la bomba, habiendo posibilidad de no utilizarlo en pequeñas aplicaciones en c.c. (acoplamiento directo). El sistema de almacenamiento es por lo general un depósito de agua. En algunos sistemas dependiendo de la corriente de arranque del motor o la necesidad de aumentar el número de horas de bombeo, también se utiliza la acumulación electroquímica. Pero esta modalidad debe ser bien analizada teniendo en cuenta la vida útil de las baterías y el impacto financiero de su reemplazo en el ciclo de vida del proyecto. Por otro lado, cuando se utiliza como sistema de control, un inversor de frecuencia, se abre la posibilidad de usar bombas centrífugas convencionales con motor de inducción trifásico (Brito et al. 2006).



Modelo matemático del comportamiento térmico de un colector solar de placas planas inclinadas para calentamiento de aire

Adriana Lammardo^a*, Miguel Baritto^b

^aUniversidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana, Coordinación de Ingeniería Mecánica, Caracas, Venezuela

^bUniversidad Central de Venezuela Escuela de Ingeniería Mecánica, Departamento de Energética, Caracas, Venezuela

Resumen.-

En este trabajo se presenta un modelo matemático unidimensional que describe el comportamiento térmico de un colector solar de placas planas inclinadas para calentamiento de aire, basado en la simplificación y solución de la ecuación de conservación de energía, y de las relaciones de clausura necesarias para describir los fenómenos de transferencia de calor presentes durante la operación de estos equipos. El modelo planteado permite conocer la distribución espacial y temporal de temperaturas en los elementos que componen un colector solar de placas planas inclinadas. La solución del modelo se obtuvo numéricamente mediante un método de diferencias finitas que llevó a resolver iterativamente un sistema de ecuaciones no lineales y así determinar predicciones razonables acerca del comportamiento de un colector solar de placas planas para el calentamiento de aire.

Palabras clave: Colector solar de placas planas, energía solar, calentamiento de aire.

Mathematical model for describe the thermal behavior of a flat plate solar collector for air heating

Abstract.-

A mathematical model for describe the thermal behavior of a flat plate solar collector for air heating is presented. The model is based on the simplification and solution of the energy conservation equation, and the closure relationships needed to describe heat transfer processes during the operation of these equipments. The suggested model allows to known the spatial and temporal distribution of temperatures in the elements that compose a solar collector of inclined flat plate. The solution of the model was obtained by a finite difference method that led to iteratively solving a system of non-linear equations, in order to determine reasonable predictions about the behavior of a solar collector of inclined flat plate for air heating.

Keywords: Flat plate solar collector, solar energy, air heating.

Recibido: 24 febrero 2010

Aceptado: 12 noviembre 2010

1. INTRODUCCION

La energía solar se puede transformar en energía térmica, la cual puede emplearse como complemento o sustituto de la energía eléctrica en

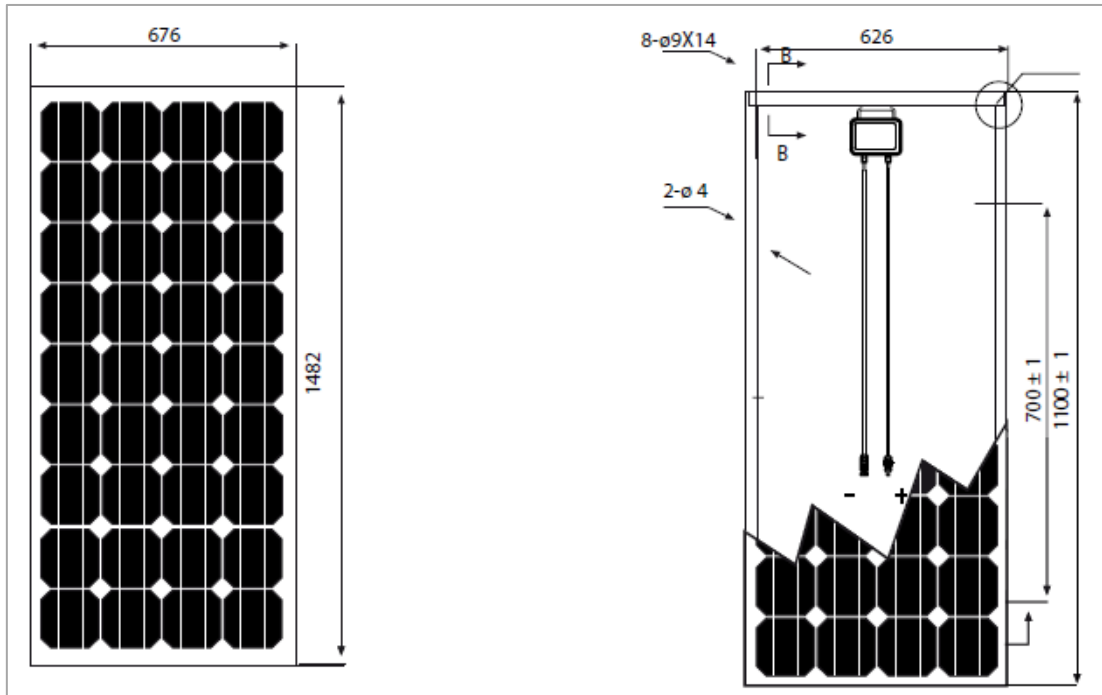
ciertas aplicaciones industriales y domésticas. El colector solar de placas planas (CSPP) es el equipo más común utilizado para llevar a cabo dicha transformación, gracias a su sencillez estructural y a su bajo costo de fabricación y mantenimiento (Peuser[1]). Como su nombre indica, un CSPP se encuentra compuesto por dos placas paralelas, con particulares propiedades a la radiación, entre las cuales se establece un flujo de aire para su calentamiento. Por lo general, las placas se

*Autor para correspondencia

Correos-e: adrianalov006@gmail.com (Adriana Lammardo), miguel.baritto@ucv.ve (Miguel Baritto)

Anexo 02

Características físicas de módulos Monocristalino EX-150M(156)



Fuente: En base a cotizaciones de empresa Exiom Solution S.A

Condiciones estándar de módulos Monocristalino – EX-150M (156)

| MODULE MONOCRYSTALLINE MÓDULOS MONOCRISTALINOS | 135 W | 140 W | 145 W | 150 W |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Trade Mark | EX-135M(156) | EX-140M(156) | EX-145M(156) | EX-150M(156) |
| STANDARD TEST CONDITIONS TEST DE CONDICIONES ESTANDAR: 1000 W/M , AM 1.5, 25°C (STC) | | | | |
| Maximum Power Voltage, VMP Máximo voltage, VMP | 18.0 V | 18.42 V | 18.71 V | 19.11 V |
| Maximum Power Current, IMP Tensión máxima actual, IMP | 7.50 A | 7.60 A | 7.75 A | 7.85 A |
| Open Circuit Voltage, VOC Tensión de circuito abierto, VOC | 21.40 V | 21.80 V | 22.30 V | 22.60 V |
| Short Circuit Current, ISC Corriente de cortocircuito, ISC | 8,40 A | 8,55 A | 8,67 A | 8,85 A |
| Max. System Voltage, VMAX Tensión máxima del sistema, VMAX | 1000V (IEC) | | | |
| Maximum Power Tolerance Tolerancia potencia máxima | 0-3% | | | |
| Cell Efficiency Eficiencia Celda | 15.7 (%) | 16.3 (%) | 16.9 (%) | 17.4 (%) |
| Module Efficiency Eficiencia Módulo | 13.5 (%) | 14.0 (%) | 14.5 (%) | 15.0 (%) |
| NOCT | 45°C ± 2°C | | | |

Fuente: En base a cotizaciones de empresa Exiom Solution S.A

Coeficientes de temperaturas y garantías de módulos EX-150M(156)

| TEMPERATURE COEFFICIENTS COEFICIENTES DE TEMPERATURA | |
|---|--------------------|
| Temp. Coefficient of P _{MAX} Coeficiente de temperatura P _{MAX} | - 0.4677%/°C |
| Temp. Coefficient of I _{SC} Coeficiente de temperatura I _{SC} | 0.0492%/°C |
| Temp. Coefficient of V _{OC} Coeficiente de temperatura V _{OC} | -0.3374%/°C |
| WARRANTIES GARANTÍAS | |
| Product Producto | 10 years 10 años |
| Performance: 90% during the first 10 years. Min. 80% during the first 25 years. Rendimiento: 90% durante los primeros 10 años. Mínimo 80% durante los 25 primeros años | |

Fuente: En base a cotizaciones de empresa Exiom Solution S.A

Características mecánicas módulos Monocristalino – EX-150M (156)

| | |
|---|---|
| Cell Celda | 156 x 156 |
| Nº of cells Número de celdas | 9 X 4= 36 |
| Dimensions Dimensiones | 1482 × 676 x 40 mm |
| Weight Peso | 12 kg |
| Junction Box Caja de conexión | IP65 |
| Type of Connector Tipo de conector | Compatible Type IV and Type III |
| No.of Draining Holes in Frame Nº agujeros drenaje marco | 10 |
| Glass,Type and Thickness Vidrio, tipo y espesor | High Transmis, Low Iron, Tempered Glass 3.2mm Alta transmisión, nivel bajo de hierro, vidrio templado 3,2 mm |
| Cable type, diameter and length Tipo cable, diametro y long | 4mm², TUV certified, 1000mm |
| Mechanical Load Carga soportada | < 5400 Pa |

Fuente: En base a cotizaciones de empresa Exiom Solution S.A

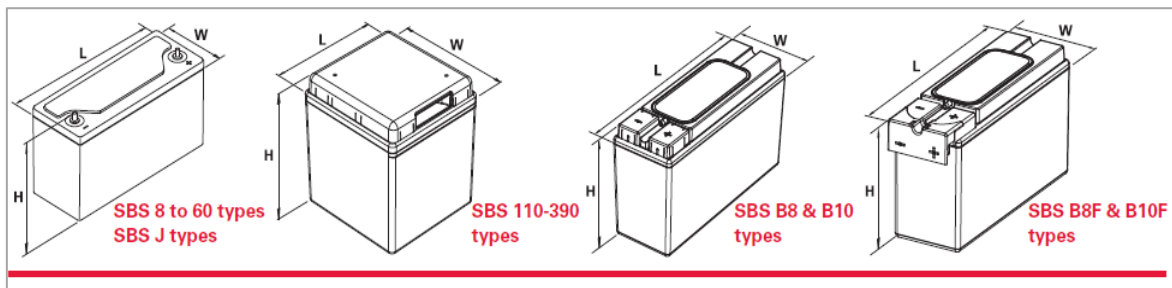
Anexo 03

Especificaciones técnicas generales de baterías SBS130

| Battery Type | Number of Cells | Nominal Voltage (V) | Nominal Capacity (Ah) | | Nominal Dimensions | | | | | | Typical Weight | | Short Circuit Current (A) ²⁾ | Internal Resistance (mΩ) ²⁾ | Terminals |
|-------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|------|---|--|-----------|
| | | | 10 hr rate to 1.80Vpc @ 20°C | 8 hr rate to 1.75Vpc @ 77°F | Length mm | Length in | Width mm | Width in | Height mm | Height in | kg | lbs | | | |
| SBS 8 | 6 | 12 | 7 | 7 | 138 | 5.4 | 86 | 3.4 | 99 | 3.9 | 2.7 | 5.9 | 455 | 27.1 | 2 x M4 F |
| SBS 15 | 6 | 12 | 14 | 14 | 200 | 7.9 | 77 | 3.0 | 140 | 5.5 | 5.7 | 12.5 | 891 | 13.5 | 2 x M6 M |
| SBS 30 | 6 | 12 | 26 | 26 | 250 | 9.8 | 97 | 3.8 | 156 | 6.1 | 9.5 | 20.9 | 1556 | 7.9 | 2 x M6 M |
| SBS HB30 ⁽¹⁾ | 6 | 12 | 26 | 26 | 250 | 9.8 | 97 | 3.8 | 156 | 6.1 | 9.6 | 21.1 | 1556 | 7.9 | harness |
| SBS 40 | 6 | 12 | 38 | 38 | 250 | 9.8 | 97 | 3.8 | 206 | 8.1 | 12.7 | 28.0 | 2184 | 5.6 | 2 x M6 M |
| SBS 60 | 6 | 12 | 51 | 51 | 220 | 8.7 | 121 | 4.8 | 261 | 10.3 | 18.5 | 40.7 | 2618 | 4.4 | 2 x M6 M |
| SBS 110 | 3 | 6 | 115 | 116 | 200 | 7.9 | 208 | 8.2 | 239 | 9.4 | 21.2 | 46.6 | 3804 | 1.7 | 2 x M8 M |
| SBS 130 | 3 | 6 | 132 | 133 | 200 | 7.9 | 208 | 8.2 | 239 | 9.4 | 22.7 | 49.9 | 4111 | 1.4 | 2 x M8 M |
| SBS 300 | 1 | 2 | 310 | 307 | 200 | 7.9 | 208 | 8.2 | 239 | 9.4 | 21.7 | 47.7 | 8700 | 0.23 | 2 x M8 M |
| SBS 390 | 1 | 2 | 360 | 361 | 200 | 7.9 | 208 | 8.2 | 239 | 9.4 | 23.2 | 51.0 | 11101 | 0.18 | 4 x M8 M |
| SBS J13 ⁽³⁾ | 6 | 12 | 12 | 12 | 175 | 6.9 | 83 | 3.3 | 129 | 5.1 | 5.2 | 11.5 | 957 | 13.0 | 2 x M6 F |
| SBS J16 ⁽³⁾ | 6 | 12 | 15 | 15 | 181 | 7.1 | 76 | 3.0 | 167 | 6.6 | 6.7 | 14.8 | 1111 | 11.0 | 2 x M6 F |
| SBS J30 ⁽³⁾ | 6 | 12 | 26 | 26 | 166 | 6.5 | 175 | 6.9 | 125 | 4.9 | 11.8 | 26.0 | 1766 | 7.0 | 2 x M6 F |
| SBS J40 ⁽³⁾ | 6 | 12 | 39 | 39 | 197 | 7.7 | 165 | 6.5 | 170 | 6.7 | 17.4 | 38.2 | 2400 | 5.2 | 2 x M6 F |
| SBS J70 | 6 | 12 | 64 | 64 | 329 | 12.9 | 166 | 6.5 | 174 | 6.9 | 27.6 | 60.9 | 3500 | 3.5 | 2 x M6 F |
| SBS B8 | 6 | 12 | 31 | 31 | 280 | 11.0 | 97 | 3.8 | 159 | 6.3 | 10.3 | 22.7 | 1270 | 10.0 | 2 x M8 F |
| SBS B8F | 6 | 12 | 31 | 31 | 303 | 11.9 | 97 | 3.8 | 159 | 6.3 | 10.3 | 22.7 | 1270 | 10.0 | 2 x M6 M |
| SBS B10 | 6 | 12 | 38 | 38 | 280 | 11.0 | 97 | 3.8 | 184 | 7.2 | 12.8 | 28.2 | 1390 | 9.0 | 2 x M8 F |
| SBS B10F | 6 | 12 | 38 | 38 | 303 | 11.9 | 97 | 3.8 | 184 | 7.2 | 12.8 | 28.2 | 1390 | 9.0 | 2 x M6 M |

Fuente: En base a cotizaciones de Corporación Enersys.

características físicas de baterías SBS130



Fuente: En base a cotizaciones de Corporación Enersys

Anexo 04

Especificaciones técnicas generales de inversores Phoenix

| Inversor Phoenix | 12 Volt 24 Volt 48 Volt | 12/180 24/180 | 12/350 24/350 48/350 | 12/800 24/800 48/800 | 12/1200 24/1200 48/1200 |
|--|-------------------------------|---|----------------------------|--|-------------------------------|
| Potencia CA cont. de salida a 25 °C (VA) (3) | | 180 | 350 | 800 | 1200 |
| Potencia cont. a 25 °C / 40 °C (W) | | 175 / 150 | 300 / 250 | 700 / 650 | 1000 / 900 |
| Pico de potencia (W) | | 350 | 700 | 1600 | 2400 |
| Tensión / frecuencia CA de salida (4) | | 110VAC o 230VAC +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1% | | | |
| Rango de tensión de entrada (V DC) | | 10,5 - 15,5 / 21,0 - 31,0 / 42,0 - 62,0 | | 9,2 - 17,3 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 68,0 | |
| Alarma de batería baja (V DC) | | 11,0 / 22 / 44 | | 10,9 / 21,8 / 43,6 | |
| Apagado por batería baja (V DC) | | 10,5 / 21 / 42 | | 9,2 / 18,4 / 36,8 | |
| Autorrecuperación de batería baja (V DC) | | 12,5 / 25 / 50 | | 12,5 / 25 / 50 | |
| Eficacia máx. 12 / 24 / 48 V (%) | | 87 / 88 | 89 / 89 / 90 | 91 / 93 / 94 | 92 / 94 / 94 |
| Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W) | | 2,6 / 3,8 | 3,1 / 5,0 / 6,0 | 6 / 6 / 6 | 8 / 9 / 8 |
| Consumo en vacío en modo de ahorro | | n. a. | n. a. | 2 | 2 |
| Protección (2) | | a - e | | | |
| Temperatura de funcionamiento | | -40 to +50°C (refrigerado por ventilador) | | | |
| Humedad (sin condensación) | | max 95% | | | |

Fuente: En base a cotizaciones de Victron Energy Blue Power

Especificaciones de carcasa y accesorios de inversores Phoenix

| CARCASA | | | | |
|---|---|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Material y color | aluminio (azul RAL 5012) | | | |
| Conexiones de la batería | 1) | 1) | 1) | 1) |
| Tomas de corriente CA estándar | 230V: IEC-320 (IEC-320 enchufe incluido), CEE 7/4 (Schuko) 120V: Nema 5-15R | | | |
| Otros enchufes (bajo pedido) | BS 1363 (Reino Unido) AN/NZS 3112 (Australia/Nueva Zelanda) | | | |
| Tipo de protección | IP 20 | | | |
| Peso en (kg / lbs) | 2,7 / 5,4 | 3,5 / 7,7 | 6,5 / 14.3 | 8,5 / 18.7 |
| Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p en pulgadas) | 72x132x200 2.8x5.2x7.9 | 72x155x237 2.8x6.1x9.3 | 104 x 194 x 305 4.1 x 7.6 x 12.0 | 104 x 194 x 305 4.1 x 7.6 x 12.0 |
| ACCESORIOS | | | | |
| Interruptor on/off remoto | Conector bifásico | | | |
| Conmutador de transferencia automático | Filax | | | |
| NORMATIVAS | | | | |
| Seguridad | EN 60335-1 | | | |
| Emisiones / Normativas | EN55014-1 / EN 55014-2/ EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3 | | | |
| 1) Cables de batería de 1,5 metros (12/180 con encendedor de cigarrillos) | | | | |
| 2) Protección | | | | |
| a) Cortocircuito de salida | | | | |
| b) Sobrecarga | | | | |
| c) Tensión de la batería demasiado alta | | | | |
| 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 | | | | |
| 4) La frecuencia puede ajustarse por medio del conmutador DIP (sólo en modelos 750VA) | | | | |
| d) Tensión de la batería demasiado baja | | | | |
| e) Temperatura demasiado alta | | | | |

Fuente: En base a cotizaciones de empresa Victron Energy Blue Power